

Министерство образования Республики Беларусь
Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»

Л. А. Сиваченко, Т. Л. Сиваченко

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ –
ИННОВАЦИОННЫЙ РЕЗЕРВ
МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

Могилев
«Белорусско-Российский университет»
2017

УДК 621.01:338

Рекомендовано к изданию Советом Белорусско-Российского университета
«18» ноября 2016 г., протокол № 4

Р е ц е н з е н т ы:

д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Машины и аппараты химических и силикатных производств» Белорусского государственного технологического университета *П. Е. Вайтехович*; д-р техн. наук, проф., проф. кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» Могилевского государственного университета продовольствия *А. В. Иванов*

Сиваченко, Л. А.

Технологическое машиностроение – инновационный резерв мировой экономики : [монография] / Л. А. Сиваченко, Т. Л. Сиваченко. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2017. – 254 с. : ил.

ISBN 978-985-492-186-0.

В монографии изложено состояние научно-технологической сферы в различных странах. На основе разработанной энерготехнологической концепции устойчивого развития показан потенциал повышения эффективности общественного производства. Обоснованы авторские представления о возможности формирования новой отрасли промышленности – технологического машиностроения как инновационного резерва мировой экономики.

УДК 621.01:338

ISBN 978-985-492-186-0

© Сиваченко Л. А., Сиваченко Т. Л., 2017
© ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 2017

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 в разные исторические моменты различны. Для большинства стран доминируют политический, энергетический, технологический и ресурсный компоненты, что связано с характером существующего мироустройства: географическим положением, обеспеченностью ресурсами всех видов и историческими реалиями.

Остановимся на рассмотрении технологической составляющей как основы 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 энергопотребления и максимального ресурсосбережения [1].

Основой для предложенного определения является машиностроение, которое достаточно хорошо развито в мире и выступает локомотивом индустриального развития и экономики в целом.

Современное машиностроение – комплекс отраслей промышленности, изготавливающих орудия труда, а также предметы и продукцию оборонного назначения. Машиностроение является базой промышленности любой страны и определяет ее технологический уровень в целом. Продукция машиностроения – это машины, которые осуществляют преобразование энергии, материалов или информации [2].

Особую группу машин составляют рабочие или технологические машины, обеспечивающие переработку материалов с целью придания им нужных свойств или характеристик. По сути, это орудия труда, выполняющие как отдельные функции, так и большой набор различных операций. Как правило, они объединены в одну функциональную цепь и изготавливаются производителями в виде технологических комплексов с автономными системами управления.

Выпуск машин и оборудования для преобразования материалов в интересах человека производится различными отраслями машиностроения, которые можно объединить в единую группу – технологическое машиностроение [2, 3]. Продукция этой отрасли машиностроения включает в себя технологические аппараты и оборудование для химической, пищевой, горнорудной, металлургической отраслей промышленности, агрегаты для

стройиндустрии и производства строительных материалов, сельского хозяйства, переработки отходов, порошковой металлургии, создание аппаратов для нанотехнологий, подготовки топлива к использованию, бытовую технику и ряда других. Главным резервом снижения издержек общества является совершенствование производств, осуществляющих комплексную переработку веществ и получающих продукты, используемые для удовлетворения техногенных и бытовых потребностей человека. Дефицит энергии, острейшие экологические проблемы, ухудшение здоровья людей, нехватка производственных возможностей делают эту область наиболее отсталой и запущенной. Следует принять, что основные идеи, заложенные в технологии переработки сырья и материалов, разработаны более 100 лет назад [3, 4]. Первостепенными задачами при этом всегда являлись добыча, транспортирование и переработка природных ресурсов, сырья и материалов.

Современную экономику можно образно определить тем, что производится, как производится, и тем, как реализуется основная часть валового продукта. Дальнейший прогресс при этом требует объективной ревизии не только издержек, но и потенциальных возможностей орудий, методов и принципов проведения всех стадий переработки сырья и материалов. Проблема усугубляется необычайно широким многообразием участвующих в переработке веществ, отличающихся своими свойствами, условиями обработки, степенью влияния на качество готового продукта [4]. Характер обработки материалов определяет технологию проведения процессов и конструктивное исполнение оборудования. В итоге имеем сложнейшую систему, целостное описание которой аналитическими методами на данном этапе, к сожалению, невозможно.

Низкая эффективность многих современных технологий переработки сырья и материалов, особенно в крупнотоннажных производствах, вызывает острую необходимость в выявлении основных резервов повышения их эффективности и разработки стратегии их практической реализации. Главной задачей такого анализа является не только выявление возможных источников повышения эффективности промышленного производства, но и реальная оценка их потенциала и перспектив использования. Методологической базой построения всей структуры выполнения работы выступает разработанная авторами энерготехнологическая концепция устойчивого развития (ЭТК) [4, 5].

Суть ЭТК заключается в межотраслевом анализе технологических стадий производства, выборе наиболее значимых из них по уровню энергозатратности и оценке по критерию потенциала практической реализации с возможностью оптимального решения. Принципиальной позицией ЭТК как методологической основы является то, что Беларусь из

«догоняющих» стран должна перейти в разряд государств со смешанным типом технологического развития, когда в структуре промышленности будут присутствовать сегменты собственных технологий мирового уровня, как это имеет место, например, в Финляндии, Чехии или Израиле, при заимствовании остальной их части [4]. Для России этот формат должен быть значительно шире и охватывать целые отрасли.

Под понятием собственно «энерготехнологическая концепция» следует понимать системный анализ, организацию, создание, функционирование и совершенствование методов, средств и систем создания новых материалов, технологий, оборудования, производственных комплексов и продукции жизнедеятельности на условиях минимального энерго- и ресурсосбережения, высокой конкурентоспособности и экологичности. Главная задача концепции – предложить новые механизмы и направления модернизации отечественной экономики, основная ставка при этом сделана на создании отрасли промышленности – технологического машиностроения.

Обзор рынка продукции машиностроения, производящего технологическое оборудование и комплексы, дает все основания утверждать, что это направление является потенциально чрезвычайно актуальным и в ближайшие десятилетия будет ареной крупных экономических сражений за новые рынки сбыта и сферы влияния. В свою очередь, развитие отрасли технологического машиностроения обещает ее клиентам огромные выгоды в части энерго- и ресурсосбережения, повышения качества переработки сырья и материалов, конкурентоспособности производимой продукции и увеличения получаемой прибыли [6–8].

Поиск действенных организационных форм и определение перспективных направлений использования базовых положений энерготехнологической концепции устойчивого развития выступают главными задачами работы авторов. При этом объективно существующий огромный потенциал технологического обновления и создания для этого отрасли технологического машиностроения является стратегическим по сути и реалистическим по содержанию направлением развития мировой экономики. Собственно, продукция технологического машиностроения существует на рынке уже многие годы, по крайней мере с момента создания машиностроения как такового. Выделение его из состава общего машиностроения и формирование как отдельной отрасли – жизненно необходимый и важный для развития в будущем всей промышленности набор организационных решений. Это, несомненно, будет служить интересам повышения эффективности функционирования общественного производства.

Основной и самой сложной проблемой технологического развития, особенно для стран с переходной экономикой, является организационная, связанная с принятием ответственных управленческих решений. Это тре-

бует подготовить соответствующий набор исходных материалов, дающий научно обоснованную информацию о выборе рациональных стратегических направлений развития промышленно-технологической сферы.

Представленные в монографии материалы авторы просят рассматривать как первую попытку ответить на ряд вопросов в области модернизации машиностроения для производства технологического оборудования. Это субъективный взгляд на развитие технологической сферы промышленности, который еще требует многих дополнений и практических замечаний, за которые авторы будут признательны и любезно примут как ценный и нужный материал.

Электронная библиотека
Белорусско-Российского университета

1 Общие черты мировой экономической системы и тенденции ее трансформации

1.1 Состав и структура мировой экономической системы

Мировая экономика – это самая крупная и сложная метасистема, состоящая из разноуровневых хозяйственных, финансовых, технологических, политических и иных связей и отношений. Ее базовым элементом, своего рода «каркасом», выступает совокупность хозяйственных систем национальных государств. Этот «каркас» скрепляется многочисленными структурами, институтами (подсистемами), которые, в свою очередь, делятся на соответствующие многочисленные субъекты (институты, учреждения и организации). Сюда включены также те национальные и международные институты, которые обеспечивают «вхождение» национальных хозяйственных систем в глобальную систему мировой экономики, создавая единые критерии в сопоставительном анализе основных показателей развития стран мира, в частности, через систему национальных счетов (СНС), макроэкономические показатели стран (ВВП, ВНП, НД и пр.) [9–12].

Соответственно, система мировой экономики органически состоит из следующих элементов (составных частей, подсистем и пр.): экономические школы, доктрины, концепции как базовый инструментарий исследования и изучения; международное движение факторов производства: финансовые ресурсы, инвестиции, технологии, рабочая сила (межстрановые миграции), природные ресурсы, в частности нефть и газ, металлы, леса и пр. (фактор общего понятия «земля»); национальные экономические системы, их бюджетно-финансовые и внешние секторы; основные элементы, составляющие мировой рынок товаров (услуг); интеграционные группы, оказывающие существенное влияние на систему и ее подсистемы; международные регулирующие институты (ООН и др.).

С достаточной условностью описываемая система мировой экономики и как объект теоретического анализа, и как отображение реальных компонентов явления, т. е. его состава и структуры, приведена схематически на рисунке 1.1.

Представленная схема показывает весь сложный состав (строение) мировой экономики – самой большой системы, которая только может существовать в планетарном масштабе как продукт развития материальных и нематериальных факторов и интеллектуальных ресурсов.

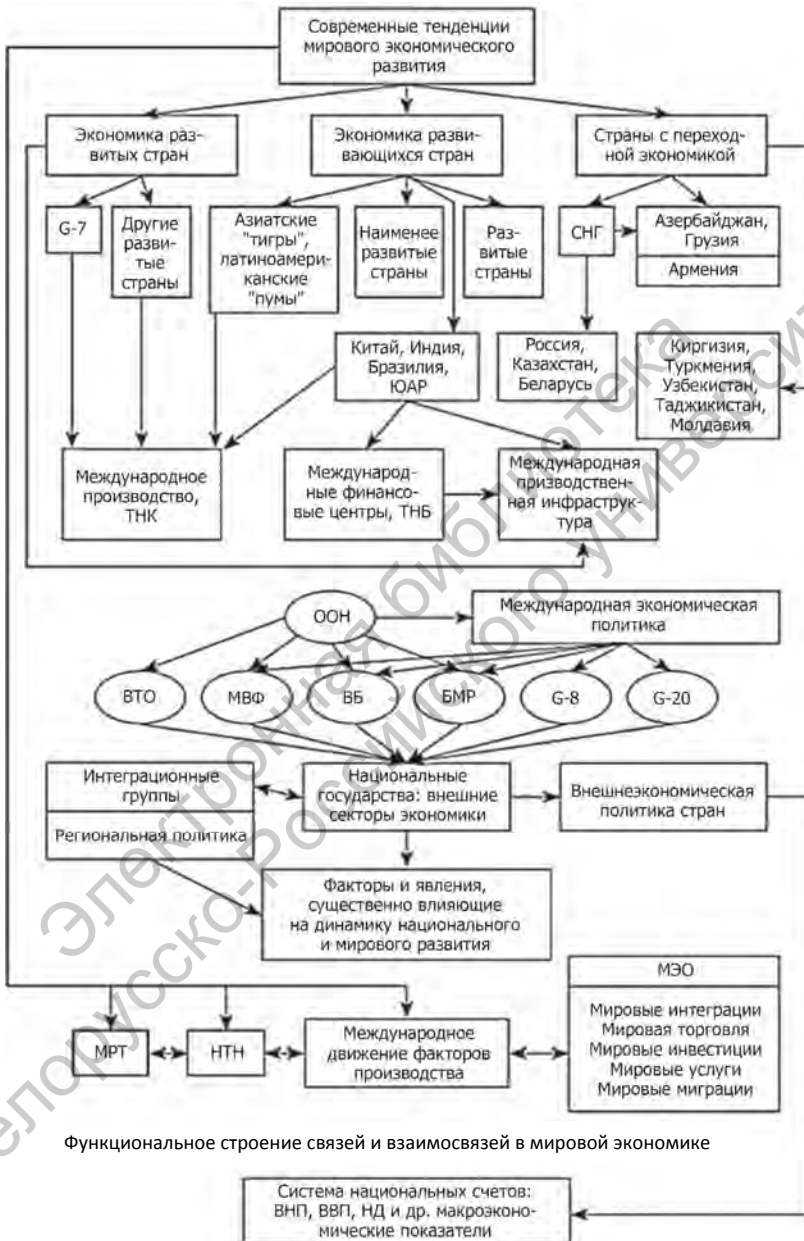


Рисунок 1.1 – Структура современной мировой экономики

Она дает только общее представление о структуре мировой экономики и не может претендовать на полноту её раскрытия, что свидетельствует о неизбежной детализации при рассмотрении отдельных её составляющих и их комплексных взаимосвязей. Последние очень сложно учитывать при оценке закономерностей и перспектив развития как отдельных субъектов мировой экономики, так и их отдельных групп или объединений.

Очевидны значительная «пестрота» составляющих мировой экономики, разный уровень развития ее сегментов, порой их несопоставимость по многим показателям, но все это результат неравномерности и асимметричности развития составляющих мировой экономической системы, различных этапов ее целостности как глобальной системы, причем внутренне неустойчивой. В мировой экономике они реализуются в основном в следующих проявлениях:

- интенсификация процессов МРТ, их усложнение, соединение с процессами экономической, технологической и финансовой форм глобализации;

- интенсификация международного перемещения факторов производства (товары и услуги, капитал, рабочая сила, технологии и инновации), рост вывоза капитала. Увеличение числа ТНК, в том числе из стран Азии, Латинской Америки, Восточной Европы;

- динамичное развитие сектора международной экономики (экономика ТИК и ТПБ), процессов слияний и поглощений в основном как следствие стратегий ТНК;

- изменение соотношения экономических сил в мире, превращение Китая во вторую экономическую державу мира, укрепление позиций России, особенно в военном отношении, возрастание роли стран БРИКС и т. д.;

- возрастание глобальной экономической, политической, экологической нестабильности в мире;

- укрепление тенденций к международному сотрудничеству, в том числе в сфере разработки международной финансово-экономической политики и технологического развития.

Мировая экономика – это сложная глобальная система, состоящая из совокупности национальных экономик (подсистем) с переплетающимися производственными и финансово-экономическими связями и отношениями. Ее составляющие следует рассматривать на нескольких уровнях с учетом различных факторов и явлений.

1 Уровень мировой макроэкономики; он предполагает рассмотрение следующих проблем:

- общие закономерности, тенденции и процессы эволюции мировой экономики как единой системы и ее подсистем со всеми сложностями и противоречиями;

- международное законодательство (правила), устанавливающее порядок движения товаров, капиталов, услуг, перемещения рабочей силы, научно-технических знаний и т. д. (ВТО);

- прогнозирование развития мировой экономики с целью уменьшения её негативных воздействий на различные сферы деятельности и здоровье людей.

2 Уровень мировой микроэкономики; секторы (сегменты) мировой экономики включают следующие сферы производства, кредитования и финансово-экономической политики:

- отдельные национальные рынки, производящие товары и услуги, поступающие на мировые рынки;

- производственная и сбытовая деятельность компаний в конкретных странах, соединяющая подсистемы мировой экономики в мировую производственно-сбытовую сеть;

- валютно-финансовые системы национальных государств, обеспечивающие движение ссудного капитала, различного рода финансовых ресурсов, направляемые в другие страны и создающие единые национальные и мировые рынки;

- сочетание уровней макро- и микроэкономики, включающей единство национальных государств и международных (региональных) интеграционных групп.

1.2 Оценка национальных субъектов мирового хозяйства и их конкурентоспособности

Субъектами мировой экономики выступают национальные хозяйства, транснациональные корпорации, интеграционные объединения и международные экономические организации. Однако основой мировой экономики, ее главным субъектом являются национальные экономики. Свидетельством этому выступает то, что большинство стран мира сохраняет свой экономический суверенитет, несмотря на растущее внешнее давление. Главные решения в странах по-прежнему принимают не внешние силы, а национальные правительства. Международные экономические отношения также в большинстве случаев сохраняют национальную окраску: товары, услуги, капитал, рабочая сила и знания обычно имеют национальное происхождение. Поэтому при анализе мировой экономики следует опираться прежде всего на тенденции, имеющие место в главных экономических державах мира [13].

Среди других факторов особого внимания заслуживает отраслевая структура национального производства. Чем больше в ней удельный вес базовых отраслей (металлургии, энергетики и т. д.), тем ниже уровень ее международной специализации, тем меньше открытость страны. Напротив, обрабатывающая промышленность, особенно такие ее отрасли, как машиностроение, электроника, химия и производство синтетических материалов, предполагает более глубокую подетальную, пооперационную и другие виды специализации, расчленяющей единый технологический процесс на ряд самостоятельных производств. Благодаря этому происходит прогрессирующий рост технологической взаимозависимости стран.

Мировая экономика состоит из более чем 230 национальных экономик. Если ее рассматривать как сложную систему, то целесообразно выделить в ней отдельные подсистемы. В качестве таких подсистем обычно рассматривают группы национальных экономик (группы стран). Как правило, выделяют три большие группы стран: развитые, развивающиеся и с переходной экономикой.

Для включения страны в ту или иную группу применяют разные критерии. Во-первых, это характер экономики – рыночная ли это экономика или переходная, во-вторых, это уровень социально-экономического развития страны, который определяется в первую очередь производством валового внутреннего продукта (ВВП) или валового национального дохода (ВНД) на душу населения, отраслевой структурой ВВП, а в-третьих, это уровень и качество жизни населения.

Показателем уровня социально-экономического развития страны является отраслевая структура валового внутреннего продукта. Как известно, все многообразие отраслей национальных экономик можно сгруппировать в три сектора: первичный, охватывающий отрасли, в которых извлекается «продукт природы» (сельское и лесное хозяйство, рыболовство, добывающая промышленность); вторичный, включающий обрабатывающую промышленность и строительство; третичный, в который входят отрасли сферы услуг.

В зависимости от того, какая отрасль преобладает в структуре хозяйства, определяется принадлежность той или иной страны к аграрному, индустриальному или постиндустриальному типу экономики. Контрасты между развитыми и отсталыми странами или регионами мира определяются прежде всего показателями, характеризующими уровень индустриального развития территории.

Для стран с высоким уровнем развития типична ситуация, когда в структуре их ВВП преобладает третичный сектор (сфера услуг), вторичный сектор (промышленность и строительство) представлен в основном обрабатывающей промышленностью, а доля первичного сектора (сельское

и лесное хозяйство, охота и рыболовство) невелика. В структуре ВВП некоторых развивающихся стран большая доля третичного и вторичного секторов обычно объясняется широким развитием или туризма, или торговли, или добывающей промышленности.

В группу развитых стран входят государства с рыночной экономикой и высоким уровнем социально-экономического развития, ВНД которых на душу населения по ППС составляет не менее 15 тыс. долл. Международный валютный фонд (МВФ) включает в число развитых стран и территорий (т. е. тех частей некоторых стран, которые имеют особый статус, например Гонконг или Гренландия) все страны Западной Европы, США, Канаду, Японию, Австралию, Новую Зеландию, а с 1997 г. Южную Корею, Сингапур, Гонконг и Тайвань (так называемые новые индустриальные азиатские экономики), а также Израиль, Кипр, Исландию. ООН добавляет к ним Южно-Африканскую Республику. Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) относит к числу развитых стран таких своих членов, как Венгрия, Польша и Чехия, а также Турцию и Мексику. Таким образом, в число развитых стран включено более 30 стран и территорий.

Развитые страны являются главной группой стран в мировом хозяйстве. В 2005 г., по данным Международного валютного фонда, на них приходилось около 56 % мирового ВВП (если его подсчитывать по ППС), большая часть мировой торговли и международного движения капитала, хотя в них проживает около 1 млрд чел. (15 % населения мира). В самой группе развитых стран выделяют «семерку» с наибольшим объемом ВВП (США, Япония, Германия, Франция, Великобритания, Италия, Канада). На эти страны приходится более 38 % мирового ВВП, в том числе на США 20, Японию 6, Германию 4 %. Большинство развитых стран входит в интеграционные объединения, из которых наиболее мощными являются Европейский союз (28 % мирового ВВП) и североамериканская зона свободной торговли НАФТА (32 %) [13].

В группу развивающихся стран (менее развитых, слаборазвитых, развивающихся экономик) входят государства с рыночной экономикой и низким уровнем экономического развития. Из 184 стран-членов Международного валютного фонда к развивающимся относят 123. Несмотря на значительное число этих стран, а также на то, что для многих из них характерны большая численность населения и огромная территория, на них приходится менее 25 % мирового ВВП.

Развивающиеся страны – это целая вселенная (не без причины группу этих стран нередко называют третьим миром), и она неоднородна.

«Верхний эшелон» развивающихся стран составляют государства со сравнительно современной структурой экономики (некоторые страны

Азии, особенно Юго-Восточной, и Латинской Америки), большим ВНД на душу населения (большинство стран Персидского залива), высоким индексом развития человеческого потенциала (страны Латинской Америки и Персидского залива). Из них выделяют подгруппу новых индустриальных стран (НИС). В нее включают страны, которые в последние два-три десятилетия продемонстрировали высокие темпы экономического роста в первую очередь за счет активной индустриализации и на этой основе смогли сильно сократить свое отставание от развитых стран, а некоторые уже вошли в группу развитых стран. К нынешним новым индустриальным странам в Азии можно отнести Индию, Индонезию, Малайзию, Таиланд, в Латинской Америке – Аргентину, Бразилию, Мексику, Чили. В особую подгруппу выделяют страны – экспортеры нефти. Ядро этой группы составляют 12 участников Организации стран – экспортеров нефти (ОПЕК), хотя ряд стран-нефтеэкспортеров из третьего мира не входит в ОПЕК: Мексика, Бруней и др. Однако несмотря на то, что дифференциация по ВНД на душу населения в этой подгруппе велика (от менее 1 тыс. долл. в Нигерии до более 21 тыс. долл. в Объединенных Арабских Эмиратах, если считать по паритету покупательной способности), большие запасы нефти уже оказали значительную услугу этим странам и будут заметно способствовать их развитию в дальнейшем.

Вековая отсталость, отсутствие богатых запасов полезных ископаемых, а часто – и выхода к морю, неблагоприятная внутривнутриполитическая и социальная обстановка, военные действия, нередко просто засушливый климат обуславливают в последние десятилетия рост числа стран, относимых к подгруппе наименее развитых. Сейчас их 47, в том числе 32 расположены в тропической Африке, 10 в Азии, 4 в Океании, 1 в Латинской Америке (Гаити). Главная проблема этих стран состоит не столько в отсталости и бедности, сколько в отсутствии ощутимых экономических ресурсов для их преодоления.

К группе стран с переходной экономикой относят государства, которые с 1980–2000 гг. осуществляют переход от административно-командной (социалистической) экономики к современной рыночной. Поэтому их часто называют постсоциалистическими. Это 12 стран Центральной и Восточной Европы, 15 стран – бывшие советские республики, а также Монголия, Китай и Вьетнам, хотя формально две последние страны продолжают строить социализм. Иногда всю эту группу стран относят к развивающимся, например, в статистике МВФ исходя из низкого уровня ВНД на душу населения (только у Чехии, Венгрии и Словении он превышает 15 тыс. долл.), а иногда только три восточноазиатские страны.

Страны с переходной экономикой (переходные экономики) производят около 23 % мирового ВВП, в том числе страны Центральной и

Восточной Европы (включая страны Балтии) – более 3 %, страны СНГ – немногим менее 4 % (из них Россия – около 3 %), Китай – около 15,5 %. Если в этой самой молодой группе стран попытаться выделить подгруппы, то возможна различная классификация.

В одну подгруппу можно выделить те бывшие советские республики, большинство из которых ныне объединены в Содружество Независимых Государств (СНГ). Близкий уровень развития большинства этих стран позволил сделать схожий подход к реформированию их экономики. В эту подгруппу обычно включают и Монголию.

В другую подгруппу можно объединить страны Центральной и Восточной Европы (ЦВЕ), включая страны Балтии. Для этих стран характерен преимущественно радикальный подход к реформам, вступление в ЕС, сравнительно высокий уровень развития большинства из них. Однако сильное отставание от лидеров этой подгруппы, меньшая радикальность реформ приводит некоторых экспертов [9, 13] к выводу, что Албанию, Болгарию, Румынию и республики бывшей Югославии целесообразно включать в первую подгруппу.

В отдельную подгруппу можно выделить Китай и Вьетнам, проводивших реформы схожим образом и имевших в первые годы реформирования низкий уровень социально-экономического развития, который сейчас быстро повышается.

Еще в начале XIX в., как и в предыдущие столетия, ведущими по экономической мощи были две крупные формации: Китай и Индия. На них приходилась почти половина производимого в мире ВВП. К 1913 г. ситуация радикально изменилась: Китай и Индия производили всего 8,8 и 7,5 % ВВП мира, т. е. примерно столько же, сколько Германия и Великобритания. Вся Западная Европа вместе с США давала уже более половины мирового ВВП. Доля России (СНГ) и нынешних стран ЦВЕ в 1913 г. составляла около 14 % мирового ВВП.

За последующие 40 лет всё снова изменилось, и в 1950 г. доля Западной Европы заметно снизилась, а доля США резко возросла. Продолжала расти доля СССР, превратив его во вторую по экономической мощи державу мира, а также стран переселенческого капитализма (Канада, Австралия, Новая Зеландия, ЮАР и Израиль), Латинской Америки и Африки, не затронутых мировыми войнами. Доля Китая и Индии продолжала снижаться.

Не менее радикальные изменения принесли следующие 50 лет: резко возросла доля Китая и начала расти доля Индии и остальных стран Азии, резко возросла и затем начала снижаться доля Японии. Одновременно продолжала падать доля Западной Европы и США, а в последние десятилетия – СССР (СНГ) и ЦВЕ.

Начиная с 70-х гг. XX в. идет постепенное ослабление позиций развитых стран и увеличение в мировой экономике удельного веса Китая и других развивающихся стран, прежде всего азиатских. В настоящее время в структуре мировой экономики сформировались три центра, почти равные по экономическому потенциалу: североамериканский, европейский и азиатский (включающий Японию, НИС и Китай). Доля этих центров в мировой экономике составляет соответственно 25,4, 23,4 и 21,1 %. Правомерность выделения североамериканского и европейского регионов в качестве центров экономической силы является общепризнанной. Что же касается азиатских стран, то их объединение в одну группу правомерно не только по географическому и культурно-цивилизационному признаку, но и в связи с тем, что все они реализуют однотипную модель догоняющего развития. До недавнего времени лидером – «вожаком» – этой «стаи» была Япония, теперь же на это место вышел Китай.

1.3 Тенденции и закономерности трансформации базовых отраслей промышленности в составе мировой экономической системы

Современный экономический рост определяется развитием научно-технического прогресса (НТП) и интеллектуализацией основных факторов производства. На долю новых знаний, воплощаемых в технологиях, оборудовании, образовании кадров, организации производства, в развитых странах приходится от 70 до 85 % прироста ВВП [15].

Внедрение новых технологий стало ключевым фактором рыночной конкуренции, основным средством повышения эффективности производства и улучшения качества товаров и услуг. В результате достигается устойчивая тенденция удешевления продуктов, обеспечивающая повышение общественного благосостояния и улучшение качества жизни. Нововведения являются необходимым условием успеха в конкурентной борьбе, позволяя передовым фирмам добиваться сверхприбылей за счет монопольного присвоения интеллектуальной ренты, образующейся при внедрении новых продуктов и технологий.

Важной особенностью современного экономического роста стал переход к непрерывному инновационному процессу в практике управления. Проведение НИОКР занимает все больший вес в инвестиционных расходах, превышая в наукоемких отраслях расходы на приобретение оборудования и строительство. Одновременно повышается значение государственной научно-технической, инновационной и образовательной политики, определяющей общие условия научно-технического прогресса в отдельных странах. Постоянно растет доля расходов на науку и образование в ВВП развитых стран, приближаясь к 3 % ВВП. При этом доля

государства в этих расходах составляет в среднем 35–40 %. Интенсивность НИОКР во многом определяет сегодня уровень экономического развития, т. к. в глобальной экономической конкуренции выигрывают страны, которые обеспечивают благоприятные условия для научных исследований и научно-технического прогресса.

Огромное значение государственного стимулирования НТП в обеспечении современного экономического роста определяется объективными свойствами инновационных процессов: высоким риском, зависимостью от степени развития общей научной среды и информационной инфраструктуры, значительной капиталоемкостью научных исследований, требованиями к научной и инженерной квалификации кадров, необходимостью правовой защиты интеллектуальной собственности. Поэтому успех в глобальной конкуренции тех или иных стран напрямую связан с их государственной научно-технической политикой.

Важной закономерностью современного экономического роста является его неравномерность, обусловленная периодическим процессом последовательного замещения технологических укладов. В ходе каждого структурного кризиса мировой экономики, сопровождающего процесс замещения доминирующих технологических укладов, открываются новые возможности экономического роста. Страны, лидировавшие в предшествующий период, сталкиваются с обесценением капитала и квалификации, занятых в отраслях устаревающего технологического уклада, в то время как страны, успевшие создать заделы в формировании производственно-технологических систем нового технологического уклада, оказываются центрами притяжения капитала, высвобождающегося из устаревающих производств. Каждый раз смена доминирующих технологических укладов сопровождалась серьезными сдвигами в международном разделении труда, обновлением состава наиболее преуспевающих стран.

Под понятием «технологический уклад» понимается комплекс сопряженных технологических совокупностей на однородной технической базе, образующих на макроуровне воспроизводственный контур [15]. Собственно, технологический уклад обладает сложной внутренней структурой.

Технологический уклад в динамике рассматривается как воспроизводственный контур, в рамках которого осуществляются последовательные переделы определенного набора ресурсов от добычи полезных ископаемых до производства предметов конечного потребления. Технологический уклад характеризуется единым техническим строением.

В современной мировой экономике длительность жизненного цикла технологического уклада оценивается примерно в 100 лет с фазами зарождения, роста, зрелости, спада. В фазе зарождения начинается развитие

новых технологических совокупностей и внедрения базисных нововведений, которые радикально отличаются от традиционного технологического сообщества.

Возникающие в ходе включения базисных инноваций технологические совокупности еще не образуют самовоспроизводящей целостности и остаются сопряженными с технологическими совокупностями традиционного технологического уклада. Изменения в технологических совокупностях ограничены способностями смежных совокупностей усваивать эти изменения. Если эти изменения происходят, то они инициируют соответствующие преобразования в остальных частях технологического уклада.

В фазе роста происходят интенсивная диффузия базисных нововведений, формирование базисных технологических совокупностей и их комплексов. Возникают новые отрасли промышленности и новые виды профессий. Базисные нововведения сопровождаются впоследствии необходимыми дополняющими нововведениями.

Вместе с распространением базисных и дополняющих нововведений совершается «штурм» улучшающих нововведений, т. е. технических усовершенствований в уже сложившихся отраслях, которые появляются в ходе практической реализации новых возможностей, предоставляемых базисными нововведениями.

В реальных инновационных процессах скорость процесса диффузии нововведений определяется пятью переменными: формой принятия решения, способом передачи информации, свойствами социальной системы, инновационной активностью хозяйствующих субъектов, свойствами самого нововведения. К последним относятся преимущества новшества по сравнению с традиционными решениями, его совместимость со сложившейся практикой и технологической структурой, накопленный опыт внедрения.

Фаза роста нового технологического уклада характеризуется расширением производства, снижением издержек, увеличением спроса, повышением ценности капитальных вложений. В фазе зрелости продолжают тенденцию роста внедрения базисных, дополняющих и улучшающих нововведений, однако уже не столь интенсивно. Постепенно базисные и дополняющие нововведения достигают пределов своего распространения. Темпы технологического развития, рост эффективности общественного производства к концу фазы замедляются.

Фаза спада отличается появлением псевдонововведений – разнообразных незначительных изменений, связанных главным образом с внешним видом изделий, создающих видимость новизны. В фазе спада происходит исчерпание технологического потенциала экономического роста,

падение прибыльности производства, рост народно-хозяйственных потерь, стагнация уровня жизни населения.

Внедрение базисных нововведений наступающего технологического уклада оказывается единственной возможностью прибыльного инвестирования, что приводит к перераспределению ресурсов в структуры следующего технологического уклада, к увеличенному притоку в производство его базисных нововведений. Приведенные фазы жизненного цикла условны, т. к. процесс развития технологического уклада непрямолинеен. Они характеризуют лишь содержание общей тенденции технологического развития.

В течение жизненного цикла технологического уклада могут быть как вспышки подъема, так и спада. По классификации С. Ю. Глазьева, развитие технологических укладов, начиная с промышленной революции в Англии, представлено в таблице 1.1 [15].

Доминирующий сегодня технологический уклад начал складываться в целостную воспроизводственную систему в 1950–1960-е гг. и составляет технологическую основу экономического роста после структурного кризиса 1970-х гг. В настоящее время в фазу роста в мировом технологическом развитии вступил V, информационный, технологический уклад. Он определяется как уклад информационных и телекоммуникационных технологий. Ядро этого технологического уклада составляют микроэлектроника, программное обеспечение, вычислительная техника и технологии переработки информации, производство средств автоматизации, космической и оптико-волоконной связи. Одновременно страны Западной Европы и США практикуют перевод производств III и IV укладов в слаборазвитые страны и страны Центральной и Восточной Европы с относительно низким уровнем заработной платы, улучшая технологическую структуру собственного производства.

Развитие нынешнего технологического уклада сопровождается соответствующими сдвигами в энергопотреблении (рост потребления природного газа), в транспортных системах (рост авиаперевозок), в конструкционных материалах (рост производства комбинированных материалов с заранее заданными свойствами) (таблица 1.1).

Выделение отрасли технологического машиностроения в состав формирующегося ядра нового технологического уклада нами выполнено чисто гипотетически из предположения, что это направление инновационного развития мировой экономики через определенное время получит свое практическое воплощение. В этом случае технологическое машиностроение будет выполнять функции главной составляющей индустриального развития.

Таблица 1.1 – Хронология и характеристика технологических укладов

Классификация стран по технологическим укладам	Номер технологического уклада				
	I	II	III	IV	V
	Период доминирования				
	1770–1830 гг.	1830–1880 гг.	1880–1930 гг.	1930–1980 гг.	От 1980–1990 гг. до 2030–2040(?) гг.
1	2	3	4	5	6
Технологические лидеры	Великобритания, Франция, Бельгия	Великобритания, Франция, Бельгия, Германия, США	Германия, США, Великобритания, Франция, Бельгия, Швейцария, Нидерланды	США, страны Западной Европы, СССР, Канада, Австралия, Япония, Швеция, Швейцария	Япония, США, ЕС
Развитые страны	Германские государства, Нидерланды	Италия, Нидерланды, Швейцария, Австро-Венгрия, Россия	Россия, Италия, Дания, Австро-Венгрия, Канада, Япония, Испания, Швеция	Бразилия, Мексика, Китай, Тайвань, Индия	Бразилия, Мексика, Аргентина, Венесуэла, Китай, Индия, Индонезия, Турция, Восточная Европа, Канада, Австралия, Тайвань, Корея
Ядро технологического уклада	Текстильная промышленность, текстильное машиностроение, выплавка чугуна, обработка железа, строительство каналов, водяной двигатель	Паровой двигатель, железно-дорожное строительство, транспорт, машиностроение, паростроение, угольная, станкоинструментальная промышленность, черная металлургия	Электротехническое, тяжелое машиностроение, производство и прокат стали, линии электропередач, неорганическая химия	Автомобиле-, тракторостроение, цветная металлургия, производство товаров длительного пользования, синтетические материалы, органическая химия, производство и переработка нефти	Электронная промышленность, вычислительная техника, оптоволоконная техника, программное обеспечение, телекоммуникации, роботостроение, производство и переработка газа, информационные услуги

Окончание таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6
Ключевой фактор	Текстильные машины	Паровой двигатель, станки	Электро-двигатель, сталь	Двигатель внутреннего сгорания, нефтехимия	Микроэлектронные компоненты
Формирующееся ядро нового уклада	Паровые двигатели, машиностроение	Сталь, электро-энергетика, тяжелое машиностроение, неорганическая химия	Автомобилестроение, органическая химия, производство и переработка нефти, цветная металлургия, автodorожное строительство	Радары, строительство трубопроводов, авиационная промышленность, производство и переработка газа	Биотехнологии, космическая техника, тонкая химия, технологическое машиностроение (прогноз)
Преимущества данного технологического уклада по сравнению с предшествующим	Механизация и централизация производства на фабриках	Рост масштабов и централизация производства на основе использования парового двигателя	Повышение гибкости производства на основе использования электродвигателя, стандартизация производства, урбанизация	Массовое и серийное производство	Индивидуализация производства и потребления, повышение гибкости производства, преодоление экологических ограничений по энерго- и материалопотреблению на основе АСУ

В последние десятилетия произошел переход к новым принципам организации производства: непрерывному инновационному процессу, гибкой автоматизации, индивидуализации спроса, организации материально-технического снабжения по принципу «точно вовремя», новым типам общественного потребления и образа жизни. Последние характеризуются изменением ценностей и потребительских предпочтений в пользу образования, информационных услуг, качественного питания, здоровой окружающей среды. Стереотипы «общества потребления» замещаются ориентирами качества жизни.

Наблюдаемый поворот разрабатываемых технологий к экологизации производственных процессов как реакция на надвигающуюся экологическую угрозу позволяет высказать гипотезу о возможном все более увеличивающемся принципиальном различии между эпохой природоперерабатывающих укладов (I–V), сопровождающихся загрязнением окру-

жающей среды, в том числе электронным, и наступлением эры укладов, начиная с VI, технологические совокупности которых будут приближаться к естественным процессам в производстве с характерной для них относительной замкнутостью вещественно-энергетических циклов, соответствующих природным объектам.

Как следует из закономерностей долгосрочного технико-экономического развития, предел устойчивого роста доминирующего сегодня технологического уклада будет достигнут в 2020-е гг. К этому времени сформируется воспроизводственная система следующего (новейшего) технологического уклада, становление которой происходит в настоящее время. Как показывает мировая практика, приоритетными являются направления, посвященные развитию энергетики (в том числе альтернативной) и энергосбережению, биотехнологий и медицины, новых материалов и химических технологий, систем искусственного интеллекта, глобальных информационных сетей и интегрированных высокоскоростных транспортных систем, экологии, транспорта и космоса. Все развитые страны уже активно инвестируют в исследования, формирующие VI технологический уклад (квантовая оптика, нанотехнологии, технологии тонкого химического анализа). Этот процесс будет только расширяться с одновременным усилением конкуренции между отдельными странами.

Постепенно произойдет еще большая интеллектуализация производства, переход к непрерывному инновационному процессу в большинстве отраслей и непрерывному образованию в большинстве профессий. Прогресс в технологиях переработки информации, системах телекоммуникаций, финансовых технологиях повлечет за собой дальнейшую глобализацию экономики, формирование единого мирового рынка товаров, капитала, труда.

1.4 Структурные изменения в промышленности мира и их влияние на формирование отрасли технологического машиностроения

Хозяйство любой страны и мировое хозяйство в целом представляет собой совокупность отдельных отраслей и подотраслей, исторически сложившуюся в результате общественного разделения труда. При изучении *отраслевой структуры* выделяют *три* уровня: макроструктуру; мезоструктуру; микроструктуру [16].

Макроструктура хозяйства отражает самые крупные экономические пропорции. Соотношение отраслей в структуре мирового хозяйства, и прежде всего в структуре материального производства, определяет принадлежность той или иной страны к аграрному, индустриальному или постиндустриальному типу экономики. Контрасты между развитыми и

отсталыми странами или регионами мира в первую очередь определяются показателями, характеризующими уровень индустриального развития территории.

Мезоструктура материального производства отражает основные пропорции, складывающиеся внутри промышленности, сельского хозяйства, транспорта и т. д. При этом мезоструктура отраслей промышленности в экономически развитых и развивающихся странах явно различна.

Микроструктура материального производства отражает сдвиги, происходящие в отдельных видах деятельности, и прежде всего в отраслях промышленного производства.

Под влиянием НТР на уровне микроструктуры происходят процессы диверсификации (членение, дробление) отраслевой структуры хозяйства. На макроуровне образуются межотраслевые комплексы: топливно-энергетический (ТЭК), агропромышленный (АПК), машиностроительный, военно-промышленный (ВПК). Научно-технический прогресс во второй половине XX в. оказал существенное влияние и на структуру всего материального производства, и на формирование отраслевой и территориальной структуры мировой промышленности в частности.

При характеристике процессов развития и размещения промышленного производства отдельных стран и крупных регионов важно учитывать особенности отраслевой и территориальной структуры их промышленности. В целом по миру промышленность развивается быстрее других отраслей материального производства, и доля ее в этом производстве возрастает. Современная мировая промышленность отличается сложной, весьма диверсифицированной структурой. Она включает в себя более 300 отраслей и подотраслей по классификации ООН. Развитие и размещение тех или иных производств в разных регионах мира – это результат взаимодействия и взаимовлияния различных природных и общественных условий, предпосылок и факторов, в т. ч. таких как степень обеспеченности стран сырьевыми и топливно-энергетическими ресурсами, наличие и степень квалификации трудовых ресурсов, уровень развития экономики, интенсивность и оперативность внедрения достижений научно-технического прогресса, международное разделение труда и развитие интеграционных процессов и т. д.

Степень диверсификации отраслевой структуры индустрии в любой стране мира зависит от уровня индустриализации, ее промышленного потенциала, емкости внутреннего рынка, степени вовлеченности в мировое хозяйство. Наиболее разнообразной промышленностью отличаются высокоразвитые страны (США, Япония, Германия и др.). Намного меньше диверсификация промышленной структуры в небольших экономически развитых странах Западной Европы, которые вынуждены для обеспечения

конкурентоспособности своей продукции прибегать к более узкой специализации в международном разделении труда.

В результате глобального процесса индустриализации отрасли тяжелой промышленности (горнодобывающая, особенно топливная, а также черная и цветная металлургия, машиностроение и др.) в целом по миру заняли господствующее положение, значительно превосходя отрасли легкой и пищевой промышленности по объему производства, стоимости продукции и темпам роста. При этом тяжелая промышленность преобладает в структуре промышленности экономически развитых стран, а легкая – в большинстве развивающихся. Среди же отраслей тяжелой промышленности преобладает в основном горнодобывающая.

Соотношение между добывающей и обрабатывающей отраслями в структуре промышленности мира показывает, что более быстро росла доля обрабатывающих отраслей, которые дают ныне около 90 % стоимости продукции. Уменьшение же доли добывающих отраслей в мировой промышленности (до 10 %) объясняется постоянным снижением энерго- и материалоемкости производства в эпоху НТР, существенным ростом видового ассортимента продукции обрабатывающей промышленности, к тому же значительно более дорогой. Следует сравнить, например, стоимости 1 т любого вида сырья и 1 т автомобиля, самолета, компьютера, а также растущую замену натурального сырья вторичным и синтетическим, и многое станет понятным без дополнительных пояснений.

Происходящие изменения в отраслевой структуре промышленности отражают процесс интенсификации, повышения эффективности и качественных показателей производства. Важнейшие тенденции в изменении структуры обрабатывающей промышленности заключаются в возрастании значения отраслей, базирующихся на достижениях НТР, в отставании в темпах развития ряда старых отраслей. Сложные процессы происходят и в составе отдельных отраслей промышленности. Одни из них «уходят со сцены», другие лишь образуются, их ранее просто не было и не могло быть.

В структуре обрабатывающей промышленности по стоимости продукции выделяются две основные отрасли – машиностроение и химия, хотя часто говорят об «авангардной тройке» промышленных отраслей – электроэнергетика, машиностроение, химия.

В мире постоянно увеличивается значение машиностроения и металлообработки. На машиностроение по стоимости приходится до 40 % производства всей продукции обрабатывающей отрасли мира. Причем электроника с электротехникой – это самая быстрорастущая отрасль мирового промышленного производства, а ее продукция самая дорогая. В структуре самого машиностроения также наблюдался рост значения

автомобилестроения и авиа-ракетно-космической отрасли. При этом отмечалось снижение доли судостроения и производства подвижного железнодорожного состава.

Машиностроение и химию, роль которых в мировой экономике постоянно увеличивалась в эпоху НТР, еще в 30–50-е гг. XX в. было принято условно именовать новыми отраслями. А в их современном составе такие отрасли, как электроника, авиа-ракетно-космическая промышленность, фармацевтика, биохимия, называют новейшими.

В общей структуре обрабатывающей промышленности мира удельный вес пищевой и легкой промышленности во второй половине XX в. неуклонно снижался, и процесс затронул подавляющее большинство их подотраслей. Причем здесь также очень заметны географические различия в структуре и размещении производств по линии «Север» – «Юг», развитые и развивающиеся страны.

С точки зрения основных тенденций развития промышленности и изменений в ее отраслевой структуре стран разного типа и уровня экономического развития следует отметить следующее. Характерной чертой современного этапа развития мировой промышленности является общий рост ее наукоемкости и расширения ассортимента продукции. При этом все более укрепляются позиции экономически высокоразвитых государств мира, т. к. именно в них сосредоточено более 90 % НИОКР, почти все новейшие наукоемкие производства. В целом происходит дальнейшее усиление специализации экономически высокоразвитых стран на производстве наиболее дорогостоящей промышленной продукции, а также экспорте такой технически и технологически сложной наукоемкой продукции. К специализации экономически высокоразвитых стран относится еще разработка и освоение новых видов продукции и новейших технологий. Именно эта группа стран занимается и продажей новейших технологий на мировом рынке, способствуя диффузии нововведений.

Все это ведет, в свою очередь, к увеличению в отраслевой структуре мировой промышленности доли машиностроения и химии, включая производство электронно-вычислительной техники, средств автоматизации, аэрокосмической, лазерной техники, выпуск микробиологических препаратов, а также всех отраслей, которые используют достижения научно-технического прогресса.

Позиции развивающихся стран в мировой промышленности намного слабее, особенно в машиностроении, за исключением небольшой группы «новых индустриальных стран». По выпуску продукции данной отрасли доля этих стран в мировом производстве примерно вдвое меньше, чем в производстве продукции всей обрабатывающей промышленности. В целом большинству развивающихся стран свойственны отрасли,

ориентирующиеся в первую очередь на использовании сырья и дешевой рабочей силы.

Огромное влияние на развитие техники и технологии и на все мировое хозяйство в целом оказали три промышленные революции: первая – промышленная революция (ПР) или промышленный переворот; вторая – машинно-техническая революция (МТР); третья – научно-техническая революция (НТР).

В конце МТР электроэнергетика, машиностроение и химическая промышленность стали ведущими в структуре индустрии и являются стимуляторами научно-технического прогресса. Это «авангардная тройка» индустрии. Эпоха МТР впервые раскрыла потенциальные возможности науки для развития техники и технологий. В эпоху МТР наука ускорила внедрение исследовательских и технических достижений, стала определяться экономическая выгода от введения в практику новых изобретений, высокопроизводительной техники и современных технологий.

С точки зрения территориальной структуры мирового хозяйства глобальным результатом МТР было дальнейшее расширение процессов неравномерности экономического развития государств мира. Основной промышленный потенциал сосредоточился в немногих государствах Западной Европы, в США и Японии. В число промышленно развитых стран вошли СССР и бывшие социалистические страны Восточной Европы. В Китае индустриализация началась в 50-е гг. XX в. и активно продолжается по сей день. А вот многие бывшие колонии и полуколонии, по современной терминологии «развивающиеся страны», получившие политическую независимость в основном после Второй мировой войны, до сих пор сохраняют роль аграрно-сырьевых придатков развитых стран с собственной слабо развитой промышленностью.

Таким образом, в период МТР движущими силами были в порядке их значимости: техника производства, первые успешные опыты внедрения достижений быстро развивавшейся науки в практику работы заводов, начало целенаправленных поисков новых эффективных технологий.

Третья промышленная революция, так называемая научно-техническая революция, идущая с конца 50-х гг. XX в. и до наших дней, привела к коренному качественному преобразованию производительных сил общества. НТР определяет современную форму научно-технического прогресса, изменяя материально-техническую основу производства.

Научные знания оказались единственным в мире ресурсом, значение которого по мере роста интенсивного использования не уменьшается, а увеличивается. Причем наука стала играть ведущую роль, на ее основе были созданы предпосылки для всемерного повышения значения технологии, что позволяет оценивать НТР как революцию технологическую.

Создание новых технических средств ныне всецело опирается на достижения науки и технологии [16].

Приоритетная роль технологии в развитии НТР оказала воздействие на отраслевую и территориальную структуру производительных сил государств и мирового хозяйства в целом. Под воздействием НТР произошли дальнейшие глубокие преобразования в хозяйстве, обусловленные разработкой и внедрением инновационных технологий. НТР характеризуется развитием глобальных процессов электронизации мирового хозяйства, его биотехнологизации и информатизации.

В силу своей специфики сложные и дорогостоящие научные исследования и технологические разработки оказались наиболее масштабными в промышленно развитых государствах мира и стали монополией немногих стран мира, т. к. в свое время в эпоху ПР и МТР в них сосредоточилось основное производство технического оборудования. Это привело к международному разделению труда в области «высоких технологий».

В индустрии отдельных государств уже на первой стадии НТР все большее значение приобретали проблемы эффективности производства за счет снижения энергоемкости, материалоемкости, водоемкости, трудоемкости, капиталоемкости при создании новых производств и внедрении новых совершенных технологий.

Глубокое разделение труда, например, в электронной промышленности, способствовало очень быстрому росту специализации не только предприятий, но и отдельных государств в выпуске отдельных видов электронной продукции. Расчленение многих взаимосвязанных технологических процессов преследует в эпоху НТР одну главную цель – уменьшить суммарные затраты на изготовление продукции, повысить экономическую эффективность производства. Развитие специализированных производств в эпоху НТР потребовало решения ряда проблем, в т. ч. кооперирования производства.

Происходившие под воздействием НТР изменения отразились на отраслевой структуре индустрии в первую очередь в экономически развитых странах. Сохранилось доминирующее положение «авангардной тройки» индустрии, т. е. макроструктура в основном осталась стабильной. Но центр тяжести переместился в мезо- и микроструктуры промышленного производства, т. е. произошли изменения внутри отраслей.

Приоритетными направлениями в науке стали, во-первых, электроника – на ее базе в машиностроении развивалась электронная промышленность, во-вторых, биотехнология – ее дебют выразился в создании производств биоиндустрии, таких как выпуск фармацевтических препаратов, витаминов, подслащающих веществ, получение биогаза и пр., но ее мощное развитие ожидается в XXI в., в-третьих, информатика – на ее

основе сформировалась индустрия информатики. Последняя с помощью современных средств телекоммуникаций вторглась во все сферы жизнедеятельности людей.

Сложившаяся география мировой промышленности – это исторический результат влияния экономических, социальных, природных, политических условий, предпосылок и факторов. В эпоху НТР характер их воздействия существенно изменяется. При этом значительные изменения претерпевает территориальная структура и организация мирового промышленного производства, например, для сложного машиностроения одной из важных предпосылок выступает трудоемкость производственного процесса, т. к. высок удельный вес заработной платы в издержках производства, поэтому предприятия тяготеют к районам сосредоточения трудовых ресурсов, прежде всего квалифицированных.

Для ряда отраслей цветной и черной металлургии, нефтехимии определяющую роль по-прежнему играет энергоемкость производства, т. к. доля затрат на топливо и электроэнергию в себестоимости продукции у них наиболее высокая. Следовательно, такие производства целесообразнее размещать вблизи источников дешевой энергии.

В индустрии отдельных государств все большее значение приобретают вопросы роста эффективности производства за счет изменения технико-экономических показателей при внедрении новых и более совершенных технологий. Расчленение многих взаимосвязанных технологических процессов преследует одну главную цель – уменьшить суммарные затраты на изготовление продукции, повысить экономическую эффективность производства. Глубокое международное разделение труда в эпоху НТР способствует очень быстрому росту специализации предприятий, районов и отдельных государств в выпуске определенных видов промышленной продукции. Внедрение достижений научно-технической революции приводит к коренному качественному преобразованию производительных сил мирового сообщества, изменяются представления об экономической эффективности всех форм организации промышленного производства. Распространение новейших технологий ведет к размещению производств в новых регионах и странах мира.

Особую роль в мировой промышленности играют так называемые транснациональные корпорации (ТНК). На долю ТНК в настоящее время приходится свыше половины мирового промышленного производства, и они оказывают значительное влияние на развитие характерных для последнего времени процессов глобализации мировой промышленности и мировой торговли. Транснациональные корпорации имеют важное значение и в распространении («диффузии») технических и технологических нововведений, поскольку в их системах или по их заказам осуществляется

около 90 % объема НИОКР, проводимых в промышленности стран с рыночной экономикой. Сами же эти нововведения являются, наряду с совершенствованием организации производства, важными элементами научно-технического прогресса, а вместе с тем и важным фактором размещения промышленного производства.

Происходящие изменения в структуре промышленности мира характеризуется мощным нарастанием объемов материального производства, что обусловлено необходимостью вовлечения в технологической передел огромного количества сырья и материалов. Негативными факторами при этом являются неуклонный рост энергопотребления, колоссальные экологические проблемы и нарастание социальных проблем в жизни людей. Развитие технического прогресса в сфере переработки материалов не успевает за ростом промышленного производства, а в ряде направлений, например, дезинтеграторных технологиях, явно застопорилось [4].

Полнейшее несоответствие между уровнями развития новейших отраслей, таких как электроника, нанотехнологии или биоинженерия, и традиционных, таких как производство стройматериалов, металлургия, рудоподготовка, химическая промышленность и др., вызывает острейшую необходимость в системной модернизации последних. Это требует создания принципиально новых технологий и производственных комплексов, основанных на достижениях современной науки, которая видит огромный потенциал развития в данной сфере. Инструментом практической реализации этого направления должна служить новая отрасль промышленности – технологическое машиностроение [6, 17].

2 Научно-технологическая сфера и инновационное обновление общества

2.1 Оценка технологического уровня современного промышленного производства

Из всех компонентов, составляющих национальную безопасность, для большинства стран сегодня на первый план выходит технологический компонент. Остановимся на рассмотрении технологической составляющей как основы современной стратегии устойчивого развития. Под этим определением будем понимать системный анализ, организацию, функционирование и совершенствование методов, средств и систем создания новых материалов, технологий и продукции для обеспечения жизнедеятельности людей и государства в целом на условиях минимального энергопотребления, эффективности производства и экологической безопасности [1, 3]. По сути, это одно из важнейших направлений инновационного развития общества.

Известно, что машиностроение определяет технологический уровень экономики в целом [1]. Особую группу машин составляют рабочие или технологические машины, обеспечивающие переработку материалов с целью придания им нужных свойств или характеристик. Выпуск машин и оборудования для преобразования материалов в интересах человека производится различными отраслями промышленности, которые условно можно объединить в единую отрасль – технологическое машиностроение [3, 5–8, 17].

Продукция этой отрасли машиностроения включает в себя технологические аппараты и оборудование для химической, горнорудной, пищевой, металлургической, энергетической отраслей промышленности, агрегаты для стройиндустрии и производства строительных материалов, сельского хозяйства, переработки отходов, порошковой металлургии, аппаратуру для нанотехнологий, подготовки топлива, бытовую технику, боеприпасы, механизированный инструмент, системы контроля и управления и т. д. С энергетической точки зрения это самая затратная сфера производственной деятельности [1, 3, 4, 7].

Уровень развития технологической структуры, называемый технологическим укладом и характеризующийся периодической сменой различных способов производства, определяет не что иное, как наше место в мировом разделении труда [2]. Кинетику этого процесса хорошо иллюстрирует приведенная на рисунке 2.1 графическая модель смены технологических укладов (ТУ) [6, 17]. Беларуси необходимо приблизиться к уровню развитых стран. Достигнуть этого можно только на основе поиска резервов и

концентрации всех сил для их реализации. Это длительный и трудный путь инноваций и модернизации, требующий продуманной стратегии и ее неукоснительной реализации.

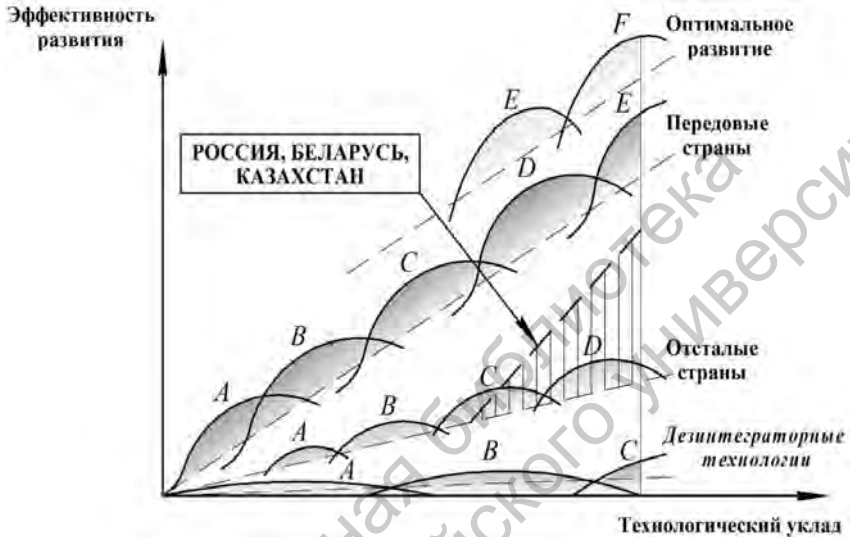


Рисунок 2.1 – Графическая модель смены технологических укладов

Приведенная графическая модель является достаточно условной и не раскрывает количественных показателей функционирования технологической сферы. Это можно сделать путем межотраслевого анализа.

Для обоснования своих позиций приведём графическую модель смены технологических укладов для различных отраслей народного хозяйства (рисунок 2.2). Условно разделим их на четыре группы и будем характеризовать по уровню эффективности Q . К первой группе следует отнести самые передовые отрасли, имеющие тенденции перехода на VI технологический уклад, ко второй – достаточно продвинутые отрасли, находящиеся на V укладе, к третьей – недостаточно развитые, отличающиеся низкой эффективностью и требующие срочных инноваций. Особо следует выделить четвертую группу производств – это так называемые предприятия сырьевой направленности и первых стадий переработки. Используемые здесь принципы функционирования не только архаичны, но и крайне неэффективны, что не позволяет нам осознанно их оценку поднять выше III технологического уклада.

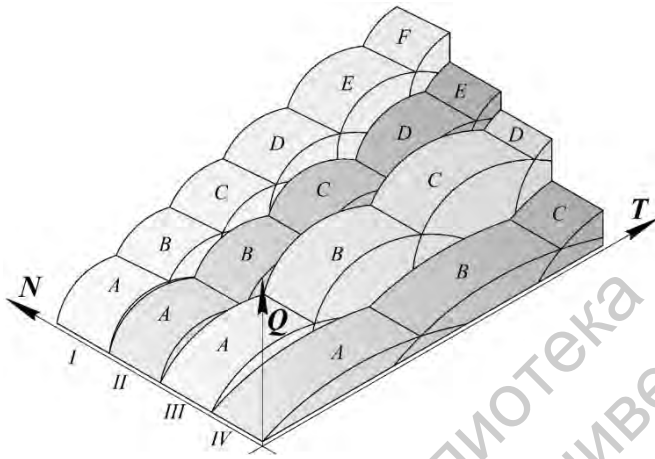


Рисунок 2.2 – Графическая модель смены технологических укладов для различных отраслей народного хозяйства

Сейчас Беларусь должна формировать концепцию своего развития не только на среднесрочный период, т. е. на 10–15 лет, но и – главное – на долгосрочный – 50 и более лет. Законы развития общества таковы, что страна сегодня не в состоянии войти в элитную часть мирового сообщества государств с развитой экономикой. Предстоит титаническая работа по выработке «маршрута» такого пути и его реализации. В связи с этим выявление доступных резервов технологического развития имеет стратегическое значение для Республики Беларусь.

Интересно, что экономика России включает в себя весь спектр технологических укладов, причём к первой группе отраслей следует отнести космическую, атомную и военную. В экономике Беларуси отрасли высшего уклада отсутствуют, а присутствуют лишь их проявления. Это положение необходимо учитывать в долгосрочных планах развития и стремиться любой ценой минимизировать свое отставание от передовых стран по всем направлениям. Если при этом на графическую модель наложить совокупные издержки G , необходимые для функционирования соответствующих отраслей, то они будут зеркально противоположны их уровню развития (рисунок 2.3). Иными словами, четвёртая группа отраслей или производств является самой затратной и неэффективной, т. к. их суммарный вклад в ВВП минимален.

Следует отметить, что соответствующее четвертой группе отраслей состояние характерно для всей мировой экономики. Поясним это на

примере. Если при помоле материалов на процесс расходуется до 10 % всей производимой электроэнергии при КПД мельниц около 1 % [4], а наука реально оценивает потенциал энергоэффективности минимум в 1 порядок, то необходимость технологического перевооружения здесь более чем очевидна.

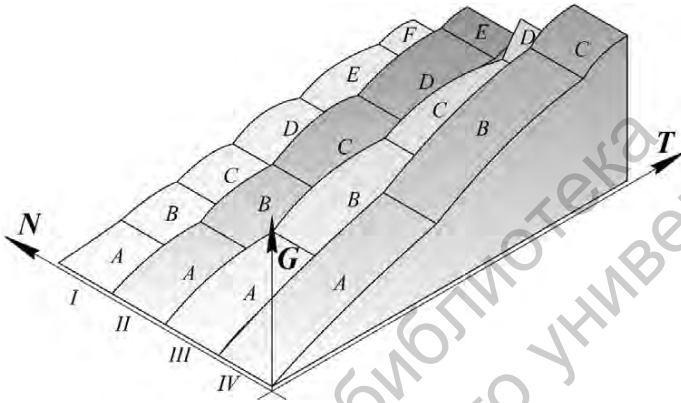


Рисунок 2.3 – Совокупные издержки функционирования различных отраслей промышленности

Сформулируем главное: технологическая сфера производства, связанная с переработкой сырья и материалов, относится к самой отсталой и затратной из всех используемых в промышленности. Ситуация в целом во всех странах, даже самых развитых, аналогична, что даёт основания предсказывать неизбежный глобальный прорыв в этой области и предоставляет шанс Беларуси занять свою нишу и войти в число стран-лидеров мирового развития. Практические действия в этом направлении необходимо начинать уже сегодня. Первой задачей при этом следует считать анализ промышленно-технологической политики развитых стран и оценку ее влияния на мировую экономику.

2.2 Промышленно-технологическая политика развитых стран и ее влияние на мировую экономику

Наиболее значимыми трендами в развитии ведущих в научно-технологическом отношении государств мира, прежде всего, США, ряда стран ЕС, Кореи, Японии, Израиля, являются процессы создания инновационной экономики и ее высшей фазы – экономики, основанной на знаниях.

Знание во все времена лежало в основе созидательной деятельности людей, но фундаментом инновационной экономики оно стало в результате трех последовательных цивилизационных прорывов [7]:

- глобальный технический рывок (преобразование практического опыта в знания, обучения – в учебники, секретов мастерства – в методологию, конкретных действий – в прикладную науку), когда в ходе промышленной революции произошло соединение полезных навыков с наукой и появилась технология, ставшая символом индустриальной эпохи;

- применение знания (науки) не только к объектам материальной природы, но и к субъектам производства и процессам труда, что привело к революции в организации труда и менеджмента, сопровождающейся соответствующей подготовкой кадров рабочих и специалистов;

- применение знания к самому знанию, создание систем генерации знаний, их использование в новых продуктах, технологиях, процессах с помощью информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и компьютерных сетей, что стало причиной революционных изменений в сфере управления.

Знания превратились в фундамент инновационной экономики, образуя непрерывный цикл (кругооборот): знание создает новые инструменты (орудия, средства), которые, в свою очередь, ведут к росту производительности труда и повышению уровня жизни, а высокие жизненные стандарты позволяют человеку посвящать больше времени образованию, дающему новые знания, и цикл начинается снова, но на все более высоком уровне, в контексте экономики, основанной на знаниях, а образование, приобретая массовость, формирует органичную часть социальной картины общества и, наряду с наукой, становится ведущим фактором, ускоряющим инновации.

Важно подчеркнуть, что процессам становления НИС способствовал ряд системных предпосылок (факторов), которые сыграли определяющую роль в интеграции первичных инновационных ячеек – субъектов и объектов инновационной деятельности, занятых поколениями и коммерциализацией научных знаний и технологий (малые и крупные компании, университеты, лаборатории, технопарки, инкубаторы, кластеры и др.) – в единую национальную систему. К ним прежде всего относятся институциональные (комплекс институтов правового, финансового и социально-экономического характера) и системные (системы машин, технологические цепи и макротехнологические структуры, кадровый квалифицированный ресурс) образования, а также сетевые технологии, единое информационное пространство, крупные национальные проекты, интегрирующая роль государства, инновационная культура общества.

Эффективность указанных связующих факторов была обусловлена наличием мощного экономического потенциала, способного обеспечить производство ВВП на душу населения не ниже 15–20 тыс. долл. США и наукоемкость ВВП на уровне, превышающем критическую величину (по экспертным оценкам, сверх 2 %) [18].

Государство играет важную роль в формировании НИС, установлении правил ее функционирования, а также обеспечении необходимой ресурсной поддержки, включая финансирование ИР. Ведущие страны мира стремятся довести наукоемкость до 2–3 % к ВВП. Лидерами в этой области являются Швеция (3,43 %) и Финляндия (3,88 %), что позволяет им достигать выдающихся результатов в инновационном развитии. Так, 85–90 % прироста ВВП в этих странах приходится на долю новых знаний, воплощенных в технике и технологиях [18].

Большое значение для стимулирования инноваций в промышленно развитых странах имеет система государственных мероприятий, направленная на регулирование и поддержку инновационной деятельности [19].

1 Предоставление льготного налогового режима для исследовательских организаций и изобретателей.

2 Применение системы ускоренной амортизации.

3 Использование льготного порядка уплаты пошлины.

4 Создание сети технопарков и технополисов.

5 Помощь в патентной деятельности.

6 Предоставление прямых бюджетных дотаций.

7 Создание венчурных инновационных фондов.

8 Целевое финансирование исследований.

9 Предоставление индивидуальным изобретателям беспроцентных банковских субсидий, разного рода займов, дотаций и др.

Существенную роль в этих мероприятиях играет налоговая политика. Повышение удельного веса льгот, которые обеспечивают благоприятный инновационный климат, является общей тенденцией.

Главное преимущество налоговой поддержки заключается в том, что льготы предоставляются не авансом, а как поощрение за реальную инновацию. Главный принцип западной системы – налоговые льготы предоставляются не научным организациям, а предприятиям и инвесторам. Льготы в сочетании с конкуренцией обеспечивают высокий спрос на исследования и инновации.

Государственное регулирование и поддержка инновационной деятельности в экономически развитых странах мира имеет некоторые особенности.

В Соединенных Штатах Америки координаторами НИОКР являются Американский научный фонд, который определяет направления фундаментальных исследований, и Американский научный совет, который представляет интересы промышленности и университетов в научно-технической политике. Применяется больше сотни налоговых льгот, небольшим компаниям предоставляется помощь в патентной деятельности (за счет бюджетных средств оплачивается до 50 % всех расходов, связанных с получением охранных документов), внедрено 50-процентное снижение пошлины для независимых изобретателей, некоммерческих организаций и малых фирм, предоставляются прямые бюджетные дотации на проведение высокоперспективных НИОКР, их размер может достигать 15 % стоимости государственного заказа [19].

В Японии главную роль в выполнении промышленных НИОКР и их внедрении играет Министерство внешней торговли и промышленности. Для наукоемких отраслей разрешается списывать 30 % стоимости машин и оборудования и до 15 % стоимости сооружений в первый год их эксплуатации. Промышленные компании имеют право на уменьшение налога на прибыль в размере 7 % инвестиций в передовую технику и технологии. Предоставляется государственная поддержка большим корпорациям, которые занимаются научно-исследовательскими работами, определенными государством приоритетными. Государство способствует предприятиям в приобретении передовых иностранных технологий, осуществляет контроль за научно-техническим обменом с зарубежными странами, проводит мониторинг городов-технополисов с целью модернизации традиционных для региона отраслей.

В Великобритании главными координаторами в отрасли НИОКР являются Министерство торговли и промышленности и Британская технологическая группа. Применяется конкурсное финансирование разработки наиболее перспективных новаторских идей, которое проводят правительственные министерства техники, торговли и промышленности, предоставляются налоговые льготы инновационным компаниям, выделяются государственные средства на создание информационных центров и систем информации, сформирована система государственных гарантий кредитования венчурных фирм, которое осуществляют коммерческие банки, позволяет списание расходов на НИОКР на себестоимость продукции (услуг) в любых размерах, субсидируются исследования по разработке новых видов продукции или технологий, возмещаются расходы на нововведение согласно государственным программам субсидирования малых инновационных фирм (до 50 %) [19].

В Германии главным координатором в сфере НИОКР является Федеральное министерство научных исследований и технологий.

Предоставляется помощь в проведении исследований, преимущественно мелким и средним фирмам, в виде частичной оплаты труда исследовательского персонала (до 40 % соответственно фонду заработной платы), а также путем прямого финансирования 30–40 % сметных расходов на НИОКР, осуществляемых по государственным заказам. Мелкие и средние фирмы, которые проводят исследование, имеют возможность взять бесплатные займы (до 50 % расходов на внедрение нововведений). Предприятиям также предоставляются необлагаемые налогом субсидии на опытные работы в размере от 7 до 15 % от суммы НИОКР, если проект связан с поиском новых источников энергии. Позволяется списывать оборудование и недвижимое имущество в течение первого года эксплуатации в размере 50 % их стоимости.

Во Франции главным координатором НИОКР является Министерство научных исследований и технологий. Кроме того, действует широкая сеть специализированных государственных служб стимулирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в частном секторе. Акционерные общества имеют право снижать сумму налога на прибыль в размере 50 % от увеличения суммы расходов на НИОКР сравнительно с предыдущим годом. Позволяется списывать оборудование и недвижимое имущество в течение первого года эксплуатации в размере 50 % их стоимости. Применяется система прямого финансирования, которое достигает 50 % расходов на создание новой продукции и технологии. Используются «налоговые каникулы», которые распространяются на вновь созданные мелкие и средние фирмы, со снижением налога на прибыль на 50 % сроком до 5 лет.

Новая технико-технологическая возможность делает знание как таковое непосредственной производительной силой, самостоятельным фактором производства. Так, по оценке Томаса Стюарта, во второй половине 90-х гг. XX в. знания, информация создавали 3/4 добавленной стоимости в США [11]. В то же время известно, что в индустриальной экономике около 90 % ее результатов было обусловлено такими факторами, как капитал и труд. Кардинальные перемены в глубинах экономики, в самой формуле ее успеха свидетельствуют о смене типа экономики, означая переход от машинно-индустриального к новому, постиндустриальному. В экономике машинного типа главными элементами и факторами были земля, природные ресурсы, машины и оборудование, труд людей, их обслуживающих, а в новом типе экономики все это становится второстепенным, поскольку на главную роль выдвигаются знания и информация. Именно от них теперь зависит создаваемое богатство [11].

Важнейшая черта так называемой новой экономики – переход на новые технологии. Основой новых технологий в такой экономике являются

информационные технологии, ключевую роль среди которых играют высокие (научные) технологии. Это обстоятельство приводит к тому, что в новой экономике появляется и расширяется особый сектор – сектор наукоемкого производства, выпускающего наукоемкие товары. На мировом рынке таковыми считаются товары со степенью наукоемкости от 6–8 % до 18–20 % в стоимости продукта. Такие товары обладают неоспоримо высокой конкурентоспособностью и дают самую высокую прибыль [11].

Поэтому еще в 1987 г. лауреат Нобелевской премии Р. Солоу, проанализировав экономический рост и его факторы в США, пришел к выводу, что значительная доля (87 %) роста не может быть объяснена только увеличением затрат обычных факторов роста-капитала и труда, она объясняется техническим прогрессом и новыми технологиями [11].

Таким образом, можно сделать основополагающий вывод: промышленно-технологическая политика развитых стран, заключающаяся в создании условий для инновационного развития научно-технологической сферы, обеспечивает им мировое лидерство в экономике.

2.3 Основные направления инновационного обновления общественного производства

С учетом поставленных задач заслуживает внимания оценка современной политики ведущих стран, прежде всего США и ФРГ, по развитию так называемых передовых производственных технологий (ППТ). Так, в [20] сделан вывод о переходе всех ведущих стран к более активному стимулированию ППТ как важному фактору не только выхода из глобальной рецессии, но и обеспечения долгосрочного устойчивого развития. По нашему мнению, анализ формирования ППТ заслуживает внимания потому, что это направление технологического развития является прообразом подготовки и разработки механизмов создания отрасли технологического машиностроения.

Имеется ряд ограничений и даже препятствий в развитии ППТ, но наиболее многоплановым из них является конвергентная составляющая, диктующая необходимость одновременного развития различных институтов национальных инновационных систем и диверсифицированной долгосрочной государственной политики. Базой ППТ должны являться смежные отрасли экономики (техники), различные группы технологий и информационные системы. Еще в 1990–2000-е гг. наметился своего рода раздел между двумя основными модулями не только инновационного, но и экономического развития передовых стран, а также между обеспечивающими их механизмами государственной политики. Важной оценкой их

базовых отличительных особенностей является сравнение между собой прежде всего с позиций долгосрочного прогнозирования (США и ФРГ).

На примере США фиксировалось отмирание целых сегментов инновационной промышленности (производство полупроводниковой продукции, электроники, машиностроения и др.), а также снижение уровня жизни по причине более низкой заработной платы в сфере услуг, рост торговых дефицитов, включая высокотехнологичные товары и, по мнению авторов, потерю кадрового потенциала. Следствием деиндустриализации является реальная угроза снижения инновационной активности США и других ведущих развитых стран за счет следующих факторов [22, 23]:

- географического разрыва между промышленными НИОКР, инжинирингом и производствами, снижающими способность к созданию новой инновационной продукции;

- снижения внутреннего спроса на B2B продукции и услуги, которое ведет к отмиранию сегментов малого и среднего технологического бизнеса, в значительной степени определяющего устойчивость и конкурентоспособность национальных инновационных систем;

- роста промышленно-технологических компетенций со стороны стран – производственных «хабов», что также снижает конкурентоспособность производственной и инновационной деятельности ведущих развитых стран.

Острота возникающих экологических проблем наиболее развитых стран, поиск ими новых секторов роста в совокупности с переоценкой реальных возможностей «зеленой энергетики» как фактора переформатирования экономики сдвинули вектор внимания правящих элит к вопросам реиндустриализации и передовых производственных технологий. Этому способствовали достижения науки в части разработки новых 3D-аддитивных технологий, передовых материалов, различных видов робототехники, интеллектуальных систем [24], которые являются фундаментальной основой формирования новой ступени индустриального развития так называемой «четвертой промышленной революции» [25].

На этом фоне ведущие развитые страны резко активизировали свои действия в области промышленной и промышленно-технологической политики, отдавая ей несомненный стратегический приоритет. Вместе с тем, на основе разработанной авторами энерготехнологической концепции (ЭТК) устойчивого развития [26], раскрывающей неиспользованный ранее потенциал энергосбережения и создания новых секторов эффективного роста производства, выявляется актуальная задача встраивания ЭТК в общую схему современной системы экономического развития и обоснования путей ее практической реализации.

В США основные направления, приоритеты и инструменты новой политики реиндустриализации и ее базовой составляющей ППТ были сформированы только к середине 2012 г. [27]. Фундаментом этому послужила группа «зонтичных» национальных инициатив, из которых наибольшую известность получили мероприятия Национального управления программ в сфере передового производства (AMNPO), включающие Национальную сеть по развитию производственных инноваций (NNMI) [28] – систему инновационно-технологических институтов по отдельным наиболее важным направлениям ППТ.

Эти институты представляют собой сетевые структуры, координирующие все виды деятельности по инициированию создания эффективных ППТ, вывод на рынок соответствующей продукции, формирование кластеров и производственных цепочек и управляющие ими. Из планируемых 15 институтов первоначально созданы 4: адаптивные производства; цифровое производство и промышленный дизайн; производство легких и современных металлов; силовая электроника нового поколения.

В сферу координации AMNPO включены отдельные мероприятия уже осуществляемых национальных инициатив: Национальной нанотехнологической инициативы, Программы технологических инноваций «Стартап Америка», программ создания новых центров НИОКР и ряда др. Важно, что на ведомственном уровне эти инициативы дополнялись набором технологических и организационных мероприятий Минэнерго, Минобороны, Минторга и Минсельхоза США и некоторых других Национальных ведомств. Это свидетельствует о преодолении США возникших трудностей и вхождению в цикл реиндустриализации с хорошей стратегией и подготовленными ресурсами для практических действий.

В отличие от США промышленно-технологическая политика Германии являлась константой общегерманской политики, хотя зачастую проводилась выборочно и преимущественно косвенными средствами, основанными на стимулировании достаточно простыми, но эффективными методами, в числе которых облегчение доступа к финансированию и поддержка в становлении промышленно-технологических кластеров. При этом важнейшим звеном является поддержка НИР и НИОКР в части промышленных технологий. Здесь следует отметить материаловедение, микроэлектронику и «инженерные» направления, имеющие прогрессивное финансирование по линии Германского научного фонда. Профильные НИОКР активно проводятся в других ведомствах и в промышленности.

Новое поколение ППТ в Германии активно разрабатывается с 2000-х гг. Приоритет в их создании отводится группе передовых информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в сфере «Интернета вещей» (IoT). IoT представляет собой набор технологий межмашинной коммуникации,

а по сути, многоплановую мехатронику. Это позволяет создавать киберфизические системы (КФС), способные интегрировать виртуальные и физические модели всех происходящих процессов, и может рассматриваться как новый этап информационной революции [20].

Именно технологии КФС являются базовыми центрами интересов правительства ФРГ, которое рассматривает как доминанту «интеллектуальные» автоматические фабрики и предприятия, видит в них основы роста конкурентоспособности немецкой индустрии на длительную перспективу и источник принципиально новой инновационной продукции. Масштабная работа, связанная с КФС, началась в 2010 г. с утверждением национальной программы «Индустрия-4,0», которая является первой из десяти «Проектов будущего», реализующихся в рамках Стратегии в сфере высоких технологий ФРГ. Цель этой программы – создание технологий «умного предприятия». В ней большое внимание уделено НИОКР, организационно задействован широкий спектр дополнительных возможностей, в том числе программы с бизнесом и университетами, научных обществ ФРГ и др.

Экономика Германии решает масштабные задачи реиндустриализации с хорошей динамикой и неоспоримыми практическими перспективами, которые позволяют стране занимать одно из лидирующих мест в мировом технологическом развитии. Этому способствует объединённый технологический потенциал стран ЕС, который во многом замыкается на экономическую структуру Германии. Сравнительный анализ сущности промышленно-технологической политики США и ФРГ позволяет сделать вывод о формировании новой фазы инновационного «революционного» старта технологических, экономических и политических процессов на мировой арене разделения труда при их многоуровневой конвергенции с одновременной жесткой конкуренцией между различными странами, объединениями и транснациональными компаниями.

Ставка ряда передовых стран на ППТ означает начало процесса «балансировки» их экономик, что связано с очередным этапом функционального расширения мирового рынка товаров, включением в него изделий нового технологического уклада, т. е. комплексного производства, поставок продукции и экономическим отлучением из этой сферы стран с более низким уровнем развития. Хорошо продуманная стратегия будет активно реализовываться упомянутыми государствами вплоть до следующего интеллектуального прорыва в человеческой цивилизации.

У «сервисных» экономик, к которым относятся США и Великобритания, есть реальная возможность реиндустриализации формированием новых сегментов машиностроения и производства товаров потребительского спроса. Для «промышленных» держав, например, ФРГ, Японии

и Франции, логичным является продвижение в сторону ИКТ-сектора, связанного с IoT и B2B-решениями, которые сейчас уже активно развиваются в США. Переменно, независимо от их внутреннего структурного наполнения, оба эти направления достаточно полно закрывают свои интересы в развитии ряда других приоритетных инновационных отраслей и направлений: промышленной биотехники, нанотехнологий, возобновляемой энергетики, медицинского аппаратустроения, военной техники, автоматизированного проектирования и др. Это связано с мобильностью и способностью хорошо организованной научно-производственной инфраструктуры крупных развитых стран активно впитывать в себя важнейшие научные достижения и широко использовать их в промышленных масштабах [29].

Технологический реверс глобальной мировой экономики в сторону реиндустриализации не оставляет сомнений в иллюзорности, которую на протяжении ряда последних лет связывали с постиндустриальным обществом. Здесь уместен экскурс в историю XX в., когда мир сотрясали революции и воспринимались как должное догмы о всеобщей мировой революции, о возможности победы социализма в отдельно взятой стране. Есть фундаментальные основы развития, и они устойчивы к любым внешним условиям и изменениям. Отсюда следует заключение, что человеческое общество обречено всегда быть индустриальным с той лишь разницей, что на разных этапах его развития изменяется структура, состав и уровень производственной базы, определяющей технологическое содержание производимой продукции. При этом степень инновационности зависит от достижений науки и их воплощения на практике. Авторы, в связи с поставленными задачами, интересуют роль и место новой отрасли промышленно-технологического машиностроения в общей структуре мировой экономики. Ответ на поставленный вопрос может быть найден в анализе глобальных приоритетных задач и угроз, которые стоят перед нашим сообществом и решение которых уже не вызывает сомнений.

3 Современное машиностроение, его структура и закономерности развития

3.1 Структура отрасли машиностроительного производства и ее технологическая трансформация

Машиностроение – главная отрасль обрабатывающей промышленности. Именно эта отрасль отражает уровень научно-технического прогресса и определяет развитие других отраслей хозяйства. В экономически высокоразвитых странах на продукцию этой отрасли приходится 35–40 % стоимости промышленного производства, в ней занято 25–35 % всех работающих в промышленности [16]. Современное машиностроение состоит из большого количества подотраслей и производств. По ассортименту выпускаемой продукции, особенностям размещения производства и технологического процесса чаще всего выделяют такие отрасли, как общее машиностроение, транспортное машиностроение, электроника, электромашиностроение, авиационное машиностроение, химическое машиностроение, судостроение, приборостроение, станкостроение и некоторые др.

Машиностроение является важнейшей составной частью общественного производства, где оно определяет технологический уровень той страны, которую представляет. Машиностроение сыграло выдающуюся роль в истории человечества и в настоящее время продолжает быть главным двигателем прогресса. В последние годы мировое машиностроение входит в эру ускоренного инновационного развития, основанного на использовании важнейших достижений науки и техники. Одним из глобальных трендов развития при этом может быть новая отрасль промышленности – технологическое машиностроение [1, 30]. Базовый вариант структуры общественного производства представлен на рисунке 3.1. Для упрощения восприятия в нее не включены некоторые составляющие, например, энергетика, торговля, издательское дело и ряд других, а новая отрасль выделена в отдельную позицию.

Основу современного машиностроения составляют эффективные способы получения деталей и изделий, необходимых народному хозяйству. Это многообразие, с одной стороны, позволяет существенно повысить эксплуатационные характеристики машин и механизмов за счет использования материалов с улучшенными свойствами, с другой – создает большие трудности при выборе рациональных и экономичных способов получения тех или иных деталей [31].

Для обеспечения заданных характеристик обрабатываемых изделий необходимы совершенные рациональные способы получения заготовок и деталей машин, которые базируются на принципе единства основных,

фундаментальных методов обработки конструкционных материалов: литья, обработки давлением, сварки и обработки резанием.

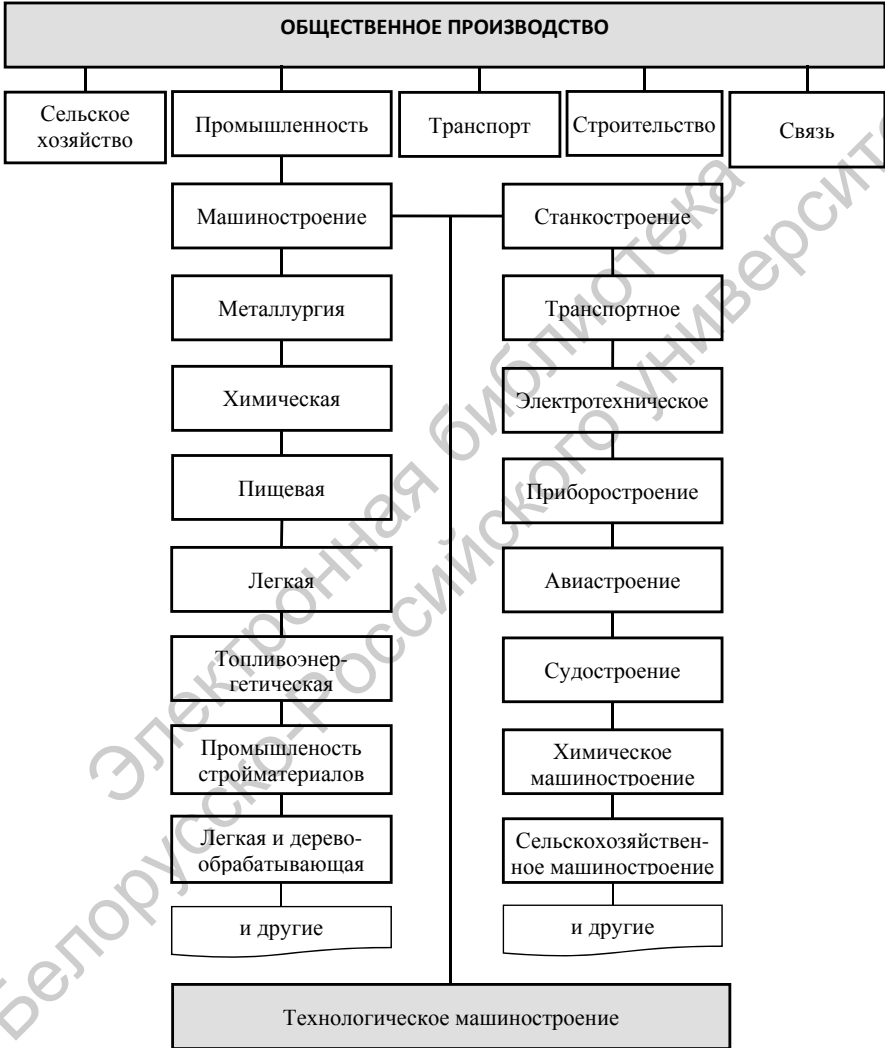


Рисунок 3.1 – Структура общественного производства

Для принятия правильного решения по созданию изделий нужного качества необходим комплексный анализ технико-экономической эффективности рассматриваемых вариантов обработки. При их сравнении следует учитывать технические возможности, преимущества и недостатки того или иного метода получения деталей машин, технологичность конструкций деталей и другие факторы. Особенно важно правильно выбрать вид заготовки, назначить наиболее рациональный технологический процесс (ТП) ее изготовления, обеспечить надлежащее качество изделия, надежность эксплуатации и экономичность производства. При выполнении поставленных задач ТП должен состоять из нескольких этапов: получение конструкционных материалов заданного состава; получение заготовок заданной формы; соединение заготовок; получение заготовок заданных размеров; получение деталей с заданными свойствами [32].

Для любой экономики характерно наличие двух сфер: сферы материального производства и непроизводственной сферы. В непроизводственную сферу входят следующие комплексы: жилищное хозяйство, коммунальное хозяйство, здравоохранение, образование, культура и искусство, туристический и музейный бизнес и др.

Производственная сфера – совокупность отраслей материального производства, в которых создаются материальные блага – средства производства и предметы потребления. В состав производственной сферы входят промышленность, сельское и лесное хозяйство, строительство, транспорт, связь, энергетика, торговля, общественное питание, складское хозяйство, целый ряд специфических отраслей, производящих материальный продукт: издательское дело, киноиндустрия, звукозапись, проектирование, заготовка плодов, грибов, ягод, семян, дикорастущих трав и др. Производственная сфера предполагает наличие целого ряда отраслей экономики, в том числе отраслей промышленности.

Промышленность – совокупность предприятий (заводов, фабрик, рудников, шахт, электростанций), занятых производством орудий труда как для самой промышленности, так и для других отраслей народного хозяйства, а также добычей сырья, материалов, топлива, производством энергии, заготовкой леса и дальнейшей обработкой продуктов, полученных в промышленности или произведенных в сельском хозяйстве, производством потребительских товаров. Промышленность – важнейшая отрасль народного хозяйства, оказывающая решающее воздействие на уровень развития производительных сил общества.

Промышленность состоит из двух больших групп отраслей – добывающей и обрабатывающей. К добывающей промышленности относятся предприятия по добыче горно-химического сырья, нефти, газа, угля, сланцев, соли, нерудных строительных материалов, легких природных

заполнителей, известняка, а также гидроэлектростанции, водопроводы, предприятия по лову рыбы и др.

К обрабатывающей промышленности относятся предприятия по производству черных и цветных металлов, проката, химических и нефтехимических продуктов, машин и оборудования, продуктов деревообработки и целлюлозно-бумажной промышленности, цемента и других строительных материалов, продуктов легкой и пищевой промышленности, а также предприятия по ремонту промышленного оборудования, зданий и других объектов.

Отрасли промышленности можно разбить на следующие комплексы [31]:

- топливно-энергетический комплекс, включающий в себя газовую, нефтяную, угольную, нефтеперерабатывающую промышленность и электроэнергетику;
- металлургия (черная и цветная);
- химическая и нефтехимическая промышленность;
- машиностроение и металлообработка;
- лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность;
- промышленность строительных материалов;
- легкая промышленность;
- пищевая промышленность.

Машиностроение является базой технического перевооружения всего общественного производства. От развития машиностроения зависят масштабы и темпы внедрения современного прогрессивного оборудования, уровень автоматизации и механизации производства во всех отраслях промышленности, сельского хозяйства, транспорта, строительства. Машиностроение во многом определяет состояние производственного потенциала, обеспечивает устойчивое функционирование таких важных отраслей экономики, как топливно-энергетический комплекс, транспорт, оборонный комплекс, агропромышленный комплекс, все отрасли промышленности, строительную сферу.

В комплекс машиностроения входят следующие отрасли: тяжелое, энергетическое и транспортное машиностроение, электротехническая промышленность, приборостроение, химическое и нефтяное машиностроение, станкостроение и инструментальная промышленность, автомобильная и транспортная промышленность, сельскохозяйственное машиностроение, авиационная промышленность, судостроение и прочие отрасли, в том числе входящие в военно-промышленный комплекс.

Механизация и автоматизация производственных процессов в различных отраслях промышленности невозможна без оснащения всех

звеньев машиностроительного производства необходимым оборудованием. Поэтому увеличение в составе основных фондов предприятий удельного веса машин и оборудования является прогрессивным и необходимым стимулом развития машиностроительного производства.

Высокие требования, предъявляемые к производству машин в отношении их эффективности и необходимости повышения качества, обуславливают востребованность дальнейшей трансформации машиностроительной отрасли по двум основополагающим направлениям.

1 Совершенствование собственно машиностроительного производства прежде всего на основе гибких автоматизированных производств (ГАП) и гибких производственных систем (ГПС), а также их производных.

2 Изменение структуры выпускаемой продукции, расширение выпуска принципиально новых машин и агрегатов, придание им свойств «умных» машин с расширенными функциональными возможностями и повышенной технологической эффективностью.

Система использования ГАП позволяет отказаться от значительной части технологической документации, которая ранее охватывала многочисленные данные по заготовкам, оборудованию, инструменту, контролю и др. С использованием ГАП такую документацию заменяет информация, заложенная в компьютерные программы. Современные вычислительные комплексы позволяют передавать данные о конструкции деталей непосредственно тем ЭВМ, которые управляют металлорежущими станками для обеспечения технологических процессов изготовления этих деталей. Такой подход к автоматизации является стратегической линией развития машиностроительного производства.

Система использования ГПС позволяет отказаться от значительной части технологической документации, которая ранее охватывала многочисленные данные по заготовкам, оборудованию, инструменту, контролю и др. С использованием ГПС такую документацию заменяет информация, заложенная в программах. Современные вычислительные комплексы обеспечивают соответствующую степень автоматизации и максимальную эффективность производства.

Трансформация продукции, выпускаемой машиностроительными предприятиями, может происходить по многим направлениям. Их предметный анализ не является главной целью данной работы и отражает только некоторые ее характерные черты: адаптацию выпускаемых изделий к условиям их эксплуатации, внедрение энерго- и ресурсосберегающих технических и технологических решений, широкое использование новых

материалов и технологий, максимальную механизацию и автоматизацию, создание принципиально новых объектов техники и технологий и ряд других.

3.2 Современный уровень развития машиностроительного производства

Машиностроение занимает ведущие позиции в технологическом прогрессе. Расходы на НИОКР превышают половину всех расходов на промышленные исследования в большинстве индустриальных стран, а их доля по отношению к валовым капиталовложениям повышается [12]. В международной статистике машиностроение делится на пять секторов: металлопродукты, неэлектрическое машиностроение, электромашиностроение, транспортное оборудование и точные инструменты.

Самыми высокими темпами роста характеризуются отрасли электроники и телекоммуникационной техники. Мировое производство продукции электроники превысило 6 % ВМП, телекоммуникационное – свыше 3 % ВМП, что ставит перечисленные отрасли выше таких, как химия, автомобилестроение, производство электроэнергии. Быстрое развитие электроники и телекоммуникационной продукции – один из главных сдвигов в мировом машиностроении в последние десятилетия. При этом следует отметить, что информационно-вычислительная техника выступает системообразующим элементом в современном технологическом укладе мирового хозяйства и является условием технологического прогресса на многих направлениях хозяйственного развития [12].

Ускоренными темпами проходило в последние годы развитие транспортных средств, промышленного и сельскохозяйственного машиностроения. В связи с возрастанием спроса на химические товары примерно такая же ситуация отмечается и в химической промышленности, при этом большая часть продукции представляет собой новые изделия, появившиеся в результате НТП. Номенклатура поступающих на мировой рынок химических товаров удваивается каждые 7–9 лет.

Достаточно высокими темпами в последние десятилетия росло производство металлов, причем ему была свойственна неравномерность выпуска различных металлов. Значительным было отставание черной металлургии от цветной. Производство черных металлов увеличилось незначительно. Доля выплавки основных металлов, составляющая на рубеже 1980-х гг. XX в. 6–7 %, к началу 2000-х гг. снизилась почти до 5 % в общем объеме продукции отраслей обрабатывающей промышленности.

Характерной чертой структурных изменений в производстве обрабатанной продукции стало повышение удельного веса наукоемких отраслей. Производство высокотехнологичного оборудования за 1980–1990 гг. в 2 раза опережало прирост всей промышленной продукции. Ее доля в мировом производстве обрабатывающей промышленности превысила 1/3 [12].

К высокотехнологичным обычно относят производства, в которых доля расходов на НИОКР составляет не менее 2,5 % ВВП. Это такие отрасли, как электроника, авиаракетная промышленность, коммуникационное оборудование, электромашиностроение, фармацевтика, научные инструменты. Отрасли средней и низкой наукоемкости росли низкими темпами. Они, как правило, относятся к трудоемким или капиталоемким производствам. Продукция средней технологичности – большая часть промышленного машиностроения, автомобили, простая электроника, химические товары. Товары низкой технологичности – текстиль, одежда, игрушки, простые металлы, изделия из пластмассы, обувь.

В процессе разработки различных организационных проектов предполагаются обоснование и оптимизация всех планово-экономических показателей, обеспечивающих достижение максимально возможных результатов. Поэтому на всех стадиях и этапах планирования организации производства необходима комплексная оценка эффективности разрабатываемых инновационных проектов. В соответствии с действующими методическими рекомендациями предусматривается определенный порядок выбора оптимального варианта различных деловых проектов, осуществляемых в ходе внутрихозяйственной деятельности.

В первую очередь разрабатываются и отбираются планируемые варианты развития техники, технологии и организации производства из потенциально возможных, каждый из которых должен удовлетворять всем заданным ограничениям прежде всего по техническим параметрам, качественным показателям, производственным стандартам, социальным условиям, экологическим требованиям, срокам реализации и другим потребностям современного рынка. В число рассматриваемых альтернативных вариантов обязательно должны входить наиболее прогрессивные виды техники или технологические методы обработки, а также нормы организации производства, уровень технико-экономических показателей которых превосходит или соответствует лучшим не только отечественным, но и мировым достижениям. При этом в качестве рассматриваемых вариантов следует также учитывать возможность закупки соответствующих станков и нужного оборудования за рубежом, приобретения лицензий на технику, технологию и организацию собственного производства, а также сотрудничество с зарубежными предприятиями [33].

В дальнейшем по каждому выбранному варианту соответствующего проекта из числа допустимых по действующим ограничениям определяются затраты и рассчитывается экономический эффект. В качестве расчетного периода может быть принят 1 год или весь срок службы техники. При разработке краткосрочных проектов иногда достаточно только определения годового экономического эффекта. В необходимых случаях экономический эффект может быть рассчитан на полный срок действия техники и технологии. При этом показатели разновременных затрат и результатов реализации проекта должны быть приведены к расчетному году с помощью так называемого коэффициента приведения или дисконтирования, значения которого могут быть установлены как расчетным, так и табличным способом по нормативным показателям.

Эффективность процесса обновления выпускаемой продукции на машиностроительных предприятиях во многом определяется рациональностью выбранного метода при переходе им на производство новых изделий. При этом следует учитывать:

- наличие у предприятия ресурсов (помещение, оборудование, техническое оснащение, финансовые и людские ресурсы), которые могут быть использованы для организации освоения новой продукции;
- тип производства, возможность изменения организации производственного процесса в пространстве и во времени;
- степень готовности организационной структуры управления предприятием к освоению новой продукции;
- различия конструкторско-технологических особенностей осваиваемой и снимаемой с производства продукции;
- потребительское качество новой продукции, спрос на нее, уровень цен и конкуренцию на рынке.

Используемые в настоящее время методы перехода на новую продукцию могут различаться по целому ряду показателей:

- по степени совмещения во времени выпуска снимаемой с производства и осваиваемой продукции;
- по наличию или отсутствию перерыва между окончанием выпуска устаревшей и началом выпуска новой продукции;
- по темпам снижения выпуска снимаемой с производства продукции и нарастания выпуска вновь осваиваемой продукции.

Все многообразие методов перехода на выпуск новой продукции можно свести к трем основным: последовательному, параллельному и параллельно-последовательному.

Последовательный метод характерен тем, что производство новой продукции начинается только после полного прекращения выпуска

продукции, снимаемой с производства. При этом последовательный метод может иметь два варианта: прерывно-последовательный, когда между окончанием производства старой и началом выпуска новой продукции имеется перерыв во времени, и непрерывно-последовательный, когда такого перерыва нет [34].

Следует отметить, что при непрерывно-последовательном варианте требуется высокая степень конструкторской и технологической готовности предприятия к переходу на новое изделие. Прерывно-последовательный вариант в организационно-техническом отношении является наиболее простым, но одновременно и самым неэффективным, т. к. вынужденная остановка производства резко ухудшает экономические показатели предприятия за счет снижения объема продаж и, соответственно, прибыли.

Параллельный метод характеризуется постепенным замещением снимаемой с производства продукции новой. Одновременно с сокращением объемов производства старого изделия происходит нарастание выпуска нового. Продолжительность периода совмещения может быть различной. Наиболее часто этот метод используется в массовом и серийном производстве. Основное его преимущество состоит в том, что удается значительно сократить потери в суммарном выпуске продукции при освоении нового изделия.

Параллельно-последовательный метод достаточно широко применяется в условиях массового производства при освоении новой продукции, существенно отличающейся по конструкции от снимаемой. На предприятии создаются дополнительные мощности (участки, цехи), на которых начинается освоение нового изделия: отрабатываются технологические процессы, проводится подготовка персонала, организуется выпуск первых партий новой продукции. В этот период основное производство продолжает выпускать изделия, подлежащие замене. После завершения начального периода освоения как в основном производстве, так и на дополнительных участках происходит кратковременная остановка, в течение которой проводится перепланировка оборудования. По завершении работ организуется выпуск новой продукции. Недостатком этого метода являются очевидные потери в суммарном выпуске продукции за время остановки производства и в начале последующего периода освоения нового изделия в цехах. Однако проведение начальных этапов освоения на дополнительных (временных) участках позволяет позднее обеспечить высокие темпы нарастания выпуска нового изделия.

При проектировании технологических процессов механической обработки деталей и сборки из них механизмов и машин в настоящее время серьезное внимание уделяется вопросам, связанным с выпуском качественных изделий при высоком темпе их производства и оптимальной

себестоимости. Указанные параметры изделий в условиях крупносерийного и массового производства достигаются за счет механизации и автоматизации технологических процессов с использованием для механообработки revolverных и многопозиционных станков, автоматов и автоматических линий, а для сборки – механизированных и автоматизированных комплексов или линий.

Однако необходимо учитывать то, что современная машиностроительная промышленность до 70 % своей продукции выпускает в условиях единичного и серийного производства, что характеризуется существенными затратами рабочего времени на выполнение вспомогательных операций и переходов. Для указанных типов производства основное время, связанное с непосредственной обработкой деталей или изделий в общей структуре норм времени на выполнение технологических операций, составляет 20–30 %, а все остальные затраты приходятся на вспомогательные работы [32].

Эффективным направлением сокращения вспомогательного времени для рассматриваемых типов производства является механизация и автоматизация производственных процессов, но использование автоматов, полуавтоматов и автоматических линий неприемлемо по причине высокой стоимости самого оборудования, технологической оснастки к нему, а также из-за длительности и большой трудоемкости переналадок при переходе от выпуска одного вида продукции к другому. В конечном счете все эти затраты переносятся на себестоимость изделий, которая при малой серийности становится непомерно высокой.

В связи с этим основное направление автоматизации технологических процессов при обработке заготовок небольшими партиями связано с использованием станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Их применение позволяет повысить точность обработки деталей сложной конфигурации и в 2–4 раза снизить вспомогательное время. Одновременно решаются важные социальные задачи, связанные с заменой тяжелого, монотонного труда на труд творческий, интеллектуальный и с уменьшением количества рабочих, занятых на производстве, за счет введения многостаночного обслуживания. В условиях нормальной эксплуатации один станок с ЧПУ может заменить 2–6 единиц универсального оборудования, поэтому целесообразность использования таких станков становится реальной при обработке заготовок партиями от 15–25 шт.

Следующий шаг в автоматизации серийного производства – создание и эффективное использование роботизированных технологических комплексов (РТК), состоящих из станков с ЧПУ, промышленных роботов и средств оснащения. Наиболее высоким уровнем РТК является гибкий производственный модуль (ГПМ), состоящий из единицы технологического

оборудования, оснащенной автоматизированным устройством программного управления и средствами автоматизации технологического процесса, автономно функционирующей и имеющей возможность встраиваться в систему еще более высокого уровня. В ГПМ могут быть включены устройства загрузки и выгрузки, замены технологической оснастки, удаления отходов, автоматизированного контроля, перекладки, а также спутники, накопители и т. д. Непременным условием работы ГПМ считается возможность перехода на обработку различных по форме и размерам деталей в пределах технологических возможностей оборудования. Несколько ГПМ, объединенных общей автоматизированной системой и транспортно-складским хозяйством, представляют собой гибкий производственный комплекс (ГПК).

Последняя, наивысшая ступень в организации современного мелкосерийного и серийного машиностроения заключается в создании гибкого автоматизированного производства, которое характеризуется непрерывностью многономенклатурного мелкосерийного производства и малой долей участия человека в системе.

3.3 Закономерности и пути развития машиностроения

Процессы, связанные с формированием рыночных отношений на постсоветском пространстве, коренным образом изменили конкурентную среду, и на первое место выдвинулись не отдельные предприятия, а бизнес-группы, холдинговые компании и транснациональные корпорации, объединившие наиболее доходную часть промышленности и институты финансовой сферы. Почти нивелировалось отраслевое влияние на инновационно-инвестиционную и техническую политику предприятий. Коренные деформации претерпела промышленность и ее базовая отрасль – машиностроение. Изношенные и морально устаревшие основные фонды не дают шанса на выпуск конкурентоспособной продукции, поэтому для всех постсоветских государств нет более актуальной задачи, чем поиск путей модернизации технологической базы промышленных предприятий. Проблема даже не в том, чтобы внедрить что-то совершенное. Прежде всего следует обратить внимание на принципы возрождения конкурентоспособной промышленности, способной на равных стать частью мировой экономической системы, и технологии. В арсенале промышленных предприятий имеют место самые разнообразные технологии, начиная от оборудования третьего технологического передела (уклада) и заканчивая самыми современными прецизионными станками и гибкими производственными системами, но современным производственный комплекс назвать не представляется возможным. Нужна взвешенная государственная промышленная политика,

основанная на долгосрочной стратегии построения конкурентоспособного производства [35].

Анализ современных научных исследований в области санации и реинжиниринга предприятий показал, что эти процессы сдерживаются в связи с образовавшимся «методологическим вакуумом» вследствие того, что отраслевые принципы выработки и реализации технической политики при активном участии государства перестали быть эффективными, а соответствующие новой структуре кластерного распределения производственных предприятий и обслуживающих их инфраструктурных институтов вследствие прихода на рынок финансово-промышленных групп не успели сформироваться. Возникла потребность в создании методологических основ управления жизнедеятельностью в новых условиях. В данном случае необходимо обратить внимание на принципы выработки новой инновационной политики с использованием таких ее новых инструментов, как кластеры, технологические платформы, трансферные сети, государственно-частное партнерство и финансовые институты поддержки инновационной деятельности.

Анализ инновационной среды Беларуси, Украины и Казахстана, проделанный Европейской экономической комиссией ООН (ЕЭК), свидетельствует о том, что в этих странах имеет много общего экономическое развитие [36–38], суть которого в том, что на показатели инновационной деятельности большое влияние должна иметь государственная политика и вмешательство государства, а это необходимо «... не только для создания благоприятных стартовых условий и стимулирования инновационной активности, но и для обеспечения совместных действий заинтересованных сторон, а также для исправления дефектов рыночного регулирования путем создания соответствующих институтов и механизмов».

Государственная политика может включать широкий спектр стратегий и инструментов, способных корректировать провалы рынка, давать направления развития частному сектору и содействовать координации усилий различных заинтересованных сторон. ЕЭК признает важность предпринимаемых регионами инициатив и предлагает интегрировать региональные стратегии на национальном уровне с тем, чтобы они взаимодействовали и дополняли друг друга в рамках национальной политики. Предлагается обеспечить активную роль основных участников инновационного процесса в разработке и осуществлении стратегии. Это должно позволить выявить их потенциал и разработать необходимые меры по его реализации. Новые инструменты инновационной политики в той или иной мере имеют место в практике постсоветских государств, однако перераспределение влияния на экономику в результате приватизации, процессы глобализации, изолированность от мирохозяйственной практики

требуют новых подходов с позиции приведения их в соответствие сложившимся национальным особенностям.

Ключевым ориентиром кластеров нового поколения стала инновационная деятельность в высокотехнологичных секторах экономики. По прогнозам экспертов, рынок высокотехнологичной продукции в период до 2030 г. вырастет до 10–12 трлн долл. США, в то время как рынок сырьевых ресурсов – до 1,5 трлн долл. США. Таким образом, высокотехнологичный сектор станет главным драйвером мировой экономической динамики [12].

Концептуально кластерная политика – это важнейший инструмент технологического реинжиниринга производственной базы отечественных предприятий. Она может быть действенной при соблюдении определенных принципов.

Принцип последовательности и стратегического подхода подразумевает учет степени подготовленности того или иного этапа инновационного развития с учетом прогнозных вариантов развития и эволюции технологий. Особенно это важно при внедрении зарубежных технологий, которые должны обеспечить модернизацию экономики. Модернизации должно предшествовать укрепление институциональной среды и встраивание в нее отдельных недостающих элементов инновационной системы. В ходе технологического реинжиниринга должна быть сформирована целостная и работоспособная национальная инновационная система, включающая в себя механизмы взаимодействия государства, бизнеса, науки и образования, трансфера технологий и знаний, национальной системы компетенций. Это создаст условия для появления собственных новых технологий и производств с высоким уровнем наукоемкости.

Для большинства отечественных компаний пока недоступен выход на международные рынки капитала по причине низкой капитализации активов. В то же время отличительной чертой большинства групп является то, что они владеют крупными активами в различных отраслях экономики и обладают возможностью инвестировать значительные средства в модернизацию машиностроительного комплекса. Кроме того, у этих групп накоплен положительный опыт возрождения производства на предприятиях машиностроительной отрасли и сформированы команды менеджеров, что имеет решающее значение для обеспечения эффективности процесса модернизации промышленности на основе технологического реинжиниринга.

Становление капитализма связано с механизацией ручного труда. Однако внедряемые машины фактически до середины XX в. оставались только «инструментом» в руках рабочих, а технологии в массе своей оставались трудоёмкими. Об этом свидетельствует и динамика изменения соотношения физического и умственного труда в промышленности.

На начало XX в. это соотношение составляло 4:1, в середине XX в. – 1:1, а к началу XXI в. – 1:3. Только когда ручной труд стал дорогим, что случилось в ходе реализации концепции «потребительского общества», когда стала экономически оправданной замена рабочих машинами-автоматами и роботами, капиталоемкие технологии стали доминировать [39].

Экстенсивное развитие исчерпало свои возможности. Замена труда капиталом перестала быть мерой оценки внедряемых технологий, обострилось противоречие при значительном росте фондовооруженности производства, фондоотдача упала почти до нуля. Решение было найдено в переходе на интенсивный путь развития, что стало возможным с внедрением в производство информационных технологий (ИТ). Это потребовало увеличения расходов на НИР и НИОКР (R&D). Технологии стали наукоёмкими.

Переход на наукоёмкие технологии не сопровождался глубокой депрессией, как можно было бы ожидать. Своевременное появление и внедрение в производство ИТ дало мощный толчок в развитие производственных сил. Этому содействовала компьютеризация производства и жизни людей. К тому же 60–70-е гг. XX в. были годами расцвета экономики потребительского общества, годами высоких покупательской способности и спроса населения. В итоге «западный путь» развития привёл к созданию высокотехнологичной, эффективной экономики, но, как показал текущий кризис, проиграл в социальной трансформации западного общества, о чём свидетельствует снижение жизненного уровня и усиление социальных конфликтов в странах.

Советская экономическая доктрина также оказалось тупиковой. Её сырьевая зависимость, зародившаяся в 70–80-е гг. прошлого столетия, расчёт на внешние инвестиции перевели страну из разряда высокотехнологичных в разряд заимствующих. Это остановило развитие машиностроения и погубило станкостроение. Политика преимущественного развития средств производства в ущерб развитию производства предметов потребления, сыгравшая решающую роль в первые пятилетки – пятилетки индустриализации, в дальнейшем стала тормозом, т. к. не стимулировала развитие потребительского рынка в стране. Был потерян мощный источник внутренних инвестиций в развитие современной промышленности. Это определило зависимость Беларуси от внешних инвестиций. Суть проблемы в том, что в масштабе всей экономики производство средств производства «не кормит» себя. Вложенные в него инвестиции возвращаются только в результате производства на них предметов потребления и реализации их на потребительском рынке.

Эволюция производства требует интенсификации живого и прошлого труда на каждом рабочем месте, т. е. как можно более полной

обработки деталей за одну операцию. В середине XX в. такие рабочие машины были созданы. Появились станки с ЧПУ типа «обрабатывающий центр» (ОЦ), затем гибкие производственные модули и гибкие производственные системы, а также концепции «централизация обработки, гибкость производства и компьютерная интеграция производства (КИП)». Централизация обработки – это стремление к как можно более полному выполнению обработки деталей за одну операцию на одном станке. Гибкость производства тем выше, чем меньше времени и ресурсов затрачивается на его переналадку. КИП – это объединение всех основных, вспомогательных, обслуживающих и бизнес-процессов в единую систему управления. С ускорением НТП значительно выросли сложность и функциональность изделий, которые стали наукоёмкими [40].

Следует исходить из того, что источником инновации далеко не всегда являются результаты фундаментальных и прикладных исследований. Весьма часто инновации возникают там, где их не ожидали. Например, источником инноваций является смена акцентов в развитии производства. В 40–50 гг. прошлого столетия акцент был сделан на росте производительности рабочих машин, в 1990–2000-е гг. – на диверсификации продукции с целью удовлетворения индивидуальных нужд потребителя и увеличения числа постоянных покупателей, что обеспечивается конкурентным преимуществом, которое стало интегральным показателем успешного производства.

Автоматизация и интеграция инструментального хозяйства в единую подсистему начинаются с рационализации номенклатуры режущего инструмента на принципах групповой технологии с целью сокращения общего количества необходимого инструмента. Широкое потребление получают комбинированный инструмент и автоматические регулирующие вылет режущей части на заданный размер державки. Важной является и установка порядка и содержания режущего и измерительного инструмента, порядка управления инструментальным хозяйством с учётом требований других подсистем. Основой для этого должен служить анализ потерь рабочего времени по инструменту. Основным критерием оценки является коэффициент использования различных видов инструмента и сокращение издержек по инструменту. Наряду с режущим и измерительным инструментом, эта система включает все виды технологической оснастки, оборудования по содержанию и ремонту инструмента, средства доставки групп инструмента и оснастки на рабочие места. Современные инструментальные системы включают автоматизацию распознавания и подналадки инструмента. Значительный экономический эффект даёт миграция инструмента по рабочим местам с центрального склада в месте его накопления в запасниках операторов.

В панъевропейском сообществе признано, что текущая модель развития – индустриальная модель, базирующаяся на эксплуатации природных ресурсов и человека, – не решает ключевые проблемы развития человечества и должна трансформироваться в новую модель, названную «Зелёная экономика». В контексте этой концепции текущая модель развития привела человечество к неравномерности распределения благ и неравенству. Этому содействовал и главный недостаток рыночного механизма, состоящий в том, что богатые богатеют, а бедные беднеют. Несмотря на социализацию производственных отношений и социальную поддержку малоимущих, социальная напряженность в высокоразвитых странах продолжает расти. Во всех странах имеет место и варварское отношение к природным ресурсам. Это определяет неустойчивость развития мировой экономики. Истощение природных ресурсов продолжается, как и деградация окружающей среды. Борьба с бедностью, безработицей и ростом неравенства не даёт надлежащего успеха. Рынок, свободный и регулируемый, не обеспечивает продовольственную, энергетическую и растущую водную безопасность. «Зелёная экономика», «зелёные рабочие места» призваны решить эти и многие другие земные проблемы. Трансформация моделей требует значительного изменения промышленности с учётом удовлетворения потребностей живущего и будущего поколений.

Решение этих общемировых проблем более 20 лет обсуждается в рамках концепции ООН «Устойчивое развитие». В докладе, подготовленном четырнадцатью специализированными агентствами ООН, включая ЮНЭСКО, ПРООН, МОД, ВОЗ, ЮНИДО и др., к конференции ООН «Рио+20» (Рио-де-Жанейро, 2012 г.) и представленном на обсуждение Общественной палатой РФ, отмечено, что устойчивое развитие – это комплексный подход к решению экологической, социальной и экономической устойчивости [41]. Однако ключевую роль в обеспечении сбалансированного развития решает технологическая устойчивость. Именно она предопределяет обеспечение экологической, социальной и экономической устойчивости. Машиностроение, и особенно такие области, как энергомашиностроение и станкостроение, создает средства обеспечения, указанные в докладе трёх устойчивостей. Мир не может избежать природных катаклизмов и изменений, но человек может уменьшить их разрушительное последствие и избежать техногенных катастроф. Это возможно, если высокоинтеллектуальные технологии будут получать глобальное распространение.

Как считают многие исследователи [42, 43], развитие производства IV технического уклада в СССР приблизительно до середины 80-х гг. XX в. проходило с запаздыванием по сравнению с глобальными тенденциями на три десятилетия. А освоение производства V технического уклада, даже в

его эмбриональной фазе (конец 80-х гг. XX в. – начало XXI в.), также происходит с серьезным запаздыванием. Поэтому расширение V технического уклада в Беларуси носит догоняющий, имитационный характер, а удовлетворение быстрорастущих потребителей происходит преимущественно за счет приобретения импортной продукции, техники и оборудования.

Белорусскому машиностроению требуется структурная перестройка, которая неизбежно будет связана с освоением выпуска новых изделий. Транспортное, сельскохозяйственное, электротехническое и станкостроительное машиностроение в силу определенных причин не может дать значительного роста объемов производства, уровня и качества. Вывод простой – следует развивать производство новой продукции, имеющей повышенный потребительский спрос.

Мировой опыт решения подобных проблем имеет множество положительных примеров. Так, Израиль, более 30 лет назад начал производить крупные объекты вооружения, однако это оказалось по ряду причин невозможным и государство обратило внимание на наукоемкие системы вооружений, средства управления, приборы контроля, модернизация летательных аппаратов, специальное вооружение, средства слежения и др. [44]. В результате эта страна с 10–12 % мирового рынка вооружений входит в пятерку крупнейших поставщиков с экспортом военной продукции в 2007 г. 5,6 млрд долл. США. В этих производствах занято всего 45–50 тыс. человек.

По определению авторов [45], в Беларуси к приоритетным направлениям в машиностроении отнесены такие наукоемкие производства, как микроэлектроника, приборостроение, точное машиностроение, промышленность информационных технологий, включая информационно-интеллектуальные системы, вычислительную и телекоммуникационную технику, средства связи.

Структурная перестройка промышленности должна быть направлена на решение следующих задач:

- повышение конкурентоспособности отечественной промышленности и развитие возможностей для ее вхождения в мирохозяйственные связи;

- дальнейшее укрепление и развитие перспективных подотраслей и производств на основе внедрения новой техники и технологий.

Подобную стратегию разделяют и авторы [46], которые склоняются к необходимости холдинговой организации машиностроительного производства, в которой будет больше возможностей для реализации программ импортозамещения, повышения экспортного потенциала предприятий, обновления основных фондов, расширения номенклатуры и увеличения расходов на научные исследования. Кроме того, холдинговые и кластерные

образования позволяют сконцентрировать инженерный потенциал, активнее проводить собственные НИР, облегчают привлечение средств для развития.

Воспроизводство обработанных товаров составляет одну из ведущих сфер в мировом хозяйстве. Оно в решающей степени определяет общие направления развития экономики, поскольку готовые изделия, аккумулируя достижения НТП, обеспечивают техническое обновление производства, которое, в свою очередь, создает предпосылки для прогрессивных изменений в остальных отраслях хозяйства. Именно готовые изделия промышленности гарантируют удовлетворение основных современных материальных потребностей общества. Промышленные товары составляют около 80 % мирового товарооборота [12].

Развитие товарной, отраслевой и территориальной структуры обрабатывающей промышленности отражает процесс непрерывного углубления общемирового разделения труда и сопряжено с возникновением и развитием новых производств и складывающихся на их основе отраслей, а также международной кооперации.

В связи со сдвигами в экономической сфере мирового хозяйства в производстве обработанных товаров происходят постоянные структурные изменения. Каждая из отраслей обрабатывающей промышленности далеко не в одинаковой степени впитывает в себя результаты научно-технических достижений и учитывает спрос на глобальном и макроуровнях. НТП способствовал ускоренному развитию таких комплексных и чрезвычайно разнообразных отраслей производства, как машиностроение и металлообработка, где за последние десятилетия было внедрено немало новых технологий. С одной стороны, они усилили диспропорциональность ее отдельных отраслей, а с другой – способствовали увеличению совокупного объема производства. Так, доля отраслей машиностроения и металлообработки в обрабатывающей промышленности возросла с 37 % в 1975 г. до 55 % в 2004 г. [12].

Определяющая роль машиностроения в структуре производства обработанных товаров, тенденции к усилению роли машиностроения в мировом разделении труда только усиливают конкуренцию на рынках высокотехнологичной продукции. Это является важным фактором дальнейшего «скачка» в инновационном развитии современной цивилизации, который, основываясь на достижениях науки и техники, изменит экономическую структуру общества и будет способствовать жесткой конкуренции за лидерство в новых отраслях и сферах деятельности.

Технологическая основа общества развивается по определенной закономерности – в простейшем представлении это цепь последовательно сменяющих друг друга набора методов и средств воздействия на

окружающую среду и её преобразование (мускульная сила человека и животных, энергия ветра и воды, паровая машина, двигатель внутреннего сгорания, электродвигатель, станок, автомобиль, технологическая линия, завод, отрасль). Затраты на создание новейших технологических систем очень велики, а их производство доступно только крупным странам или транснациональным компаниям. Рынок в этой сфере отличается высокой корпоративностью и жестко контролируется фирмами-производителями.

Межотраслевой анализ народного хозяйства даёт основания утверждать, что основой его развития является машиностроение, и прежде всего технологическое. Научно-методических основ создания высокоэффективных технологических комплексов для переработки и производства большинства материалов и изделий до сих пор нет, что объясняется отсутствием следующих основных компонентов в системе проектирования:

а) концептуально-методических основ – устоявшихся взглядов, отношения научной общественности, исторического опыта, подготовленных специалистов;

б) фундаментального изучения, выявления закономерностей, количественно-качественных характеристик, системного обобщения и формирования научного знания;

в) прикладного практического опыта, результатов производственной наработки.

Наука о проектировании технологических комплексов (ТК) в настоящее время в нужной степени не сформирована, отсутствуют научные знания о компоненте «а», о компоненте «б» есть только разрозненные положения, а компонент «в» содержит в основном систематизацию и обобщение опыта с ограниченным диапазоном применения научного обобщения. Проектирование современных ТК требует решения многих проблем, например, таких как:

- обоснование выбора аппаратов нужного назначения;
- составление и оптимизация структуры ТК на уровне предприятия;
- выбор типов базового оборудования и разработка оптимальных маршрутов переработки;
- расчет необходимого количества и производительности оборудования с учетом его фактической работоспособности в заданных условиях работы;
- оптимальное размещение (компоновка) основного и вспомогательного оборудования;
- учет факторов производственной неопределенности при проектировании ТК;

- оптимизация технологических процессов, структуры ТК и организации производственных процессов с точки зрения эффективности производства конечной продукции;

- создание систем автоматизированного проектирования и управления ТК;

- подготовка высококвалифицированных кадров.

Результующее правило конкурентной борьбы в инновационной сфере – преимущество наступающих. Это и предопределяет идеологию, которая должна быть нацелена на создание высококонкурентной продукции. Машиностроение есть главный механизм ее практической реализации.

Особое внимание следует обратить на рынок продукции проектирования технологических комплексов и заводов. Это ниша интеллектуального развития, рассчитанная на продажу лицензий и проектов, авторского контроля и консультаций, подобно разработке программных продуктов для ЭВМ, систем проектирования и АСУ, начинает формироваться только сейчас и обещает большие экономические и социальные выгоды.

Электронная библиотека
Белорусско-Российского университета

4 Энерготехнологическая концепция устойчивого развития и ее основные положения

4.1 Устойчивое развитие и механизмы его практической реализации

В настоящее время в развитых и развивающихся странах большие надежды связывают с переходом на инновационный путь развития как отдельно взятой национальной, так и мировой экономики в целом. Предполагается, что интеграция национального хозяйства в инновационную экономику приведет к значительному улучшению социально-экономических условий. Появятся дополнительные возможности удовлетворения потребностей человека, что даст новый толчок развитию регионов, стран, человеческой цивилизации. Инновационную экономику называют экономикой знаний, т. к. основная доля стоимости ее продукта приходится не на производство в виде материальных и людских ресурсов, а на знания о том, как этот продукт сделать [47].

Подобный сценарий невозможен без устойчивого развития, прототип которого по определению ООН, данному в 1987 г., представляется следующим образом: «Устойчивое развитие подразумевает удовлетворение потребностей современного поколения, не угрожая возможности будущих поколений удовлетворять собственные потребности». Этот принцип должен стать центральным руководящим принципом ООН, всех правительств и министерств, частных компаний, организаций и предприятий [47].

Устойчивое развитие включает две группы понятий:

- потребность и возможность, необходимые для существования, т. е. для сохранения и развития;
- ограничения, обусловленные состоянием технологий и организаций общества, накладываемые на возможности удовлетворять потребности.

В этом определении обращается внимание на то, что должно сохраняться и что должно изменяться (сохранению подлежит рост возможности удовлетворять потребности как сегодня, так и в будущем, а изменению – эксплуатация ресурсов, технологическое совершенствование, направления инвестиций, качество управления).

Считается, что основной проблемой экономической теории является исследование вопроса о наиболее эффективном использовании ограниченных экономических ресурсов для удовлетворения безграничных человеческих потребностей. Понятие экономического потенциала определяется эффективным использованием таких ограниченных экономических

ресурсов, как труд, земля, капитал, интеллектуальный потенциал, предпринимательская способность нации, комфортность социальной сферы [48].

Отсутствие идей о новых источниках энергии, новых технологиях, новых системах управления означает прекращение интенсивного роста возможностей общества, т. е. остановку его развития. Следовательно, необходимым условием процесса общественного развития является наличие идей, появляющихся в сознании отдельных индивидуумов, для роста возможностей общества.

Можно следующим образом классифицировать научные идеи, которые обеспечивают рост возможностей общества как целостной системы [47].

Первый класс – это идеи о новых источниках энергии, более эффективных, чем старые.

Второй класс – это идеи о новых машинах, механизмах и технологических процессах с более высоким коэффициентом полезного действия или эффективности использования материальных ресурсов.

Третий класс – это идеи о повышении качества управления, о более точном соответствии выполняемых работ общественным потребностям, о более совершенном механизме общественного устройства.

Наличие идей является только необходимым, но недостаточным условием развития. Из того, что идея существует, еще не следует ее «мгновенная» реализация. Требуется время. Чем меньше времени расходуется на выполнение и коммерциализацию идеи, тем быстрее достигается необходимый эффект – повышение скорости роста возможностей. Однако время реализации идей само по себе не обеспечивает непрерывность процесса развития. «Банк идей и знаний» должен воспроизводиться, т. е. непрерывно пополняться новыми идеями и новыми знаниями, которые на практике приводят к ускорению роста возможностей, а следовательно, к ускорению процесса развития. Это расширенное воспроизводство идей, где каждая новая идея повышает эффективность старой и тем самым обеспечивает непрерывность роста продуктивности использования потенциальных возможностей энергосбережения, создания эффективных машин, технологий и систем управления. К сожалению, подобная практика присуща только передовым развитым странам, в т. ч. США, ФРГ, Японии и ряду других.

Необходимым и достаточным условием непрерывного развития общества являются люди, способные выдвигать и воплощать в жизнь идеи нового технологического уровня.

Сформулированные условия являются справедливыми для любого типа общества, любой страны, любой организации независимо от их политического устройства и формы собственности. Для каждого конкрет-

ного общества страны механизм внедрения идей имеет свои специфические формы и особенности.

Прежде чем принять идею к реализации, необходимо оценить ее целесообразность с точки зрения вклада в рост возможностей общества. Если эта оценка практически не может быть сделана, то темп материализации идей замедлится, а через это замедление уменьшится темп роста возможностей общества как целого, а следовательно, и удовлетворенность потребностей его членов. Таким образом, оценка целесообразности идей есть оценка их вклада в рост эффективности использования потенциала развития. Если в результате реализации идей общество обеспечит неубывающий темп роста эффективности использования инноваций не только для настоящего времени, но и в будущем, то оно сохраняет свое развитие и в текущем времени, и в перспективе [49].

На основании описанных положений можно сформулировать основные уровни технологического развития, которые та или иная страна, а равно и мировое сообщество, будут проходить в процессе своей эволюции и использовать в производственной сфере.

Уровень 1 – использование механизмов замещения. Процесс развития происходит по методу простого воспроизводства на традиционном использовании технологий, машин, систем управления и концепций национального самосознания. Это в полной мере соответствует нынешней государственной политике Беларуси.

Уровень 2 – реализация механизмов опережающего развития. Основан на использовании его участниками наиболее прогрессивных достижений в соответствующих отраслях с учетом возможности их приобретения. Это могут быть как собственные достижения, так и заимствованные. Важно понимать, что такой путь требует большей готовности его участников, в том числе в научно-технологической, финансовой, производственной, кадровой и социальной сферах. По нашему мнению, к числу стран, использующих такой подход, можно отнести Китай, Россию, Бразилию, Индию, ЮАР, т. е. страны БРИКС, а также ряд других.

Уровень 3 – достижение максимальных технологических возможностей прорывного развития. Основан на изначальной идеологии выбора такого направления, которое после его реализации позволит существенно оторваться от конкурентов и длительное время сохранять приобретенное преимущество. В качестве конкретного направления можно привести создание компьютерных технологий, а из стран лидеров в этой области, безусловно, следует выделить США и ФРГ.

Необходимым условием устойчивого развития являются идеи и знания, которые должны превращаться в новые источники энергии,

машины, технологии и системы управления, должны непрерывно воспроизводиться в процессе творческой деятельности людей, отличной от их деятельности, направленной на простое воспроизводство. До практической реализации каждая идея должна проходить оценку на целесообразность с точки зрения вклада в рост возможностей общества, который выражается в единицах технологического развития и качества жизни людей при отсутствии экологических угроз.

В качестве одного из прорывных направлений, по мнению авторов, может быть рассмотрена новая отрасль промышленности – технологическое машиностроение. Концептуальной базой для обоснования принципиальной возможности его реальной осуществимости может служить энерготехнологическая концепция устойчивого развития.

4.2 Обоснование сущности энерготехнологической концепции устойчивого развития

Сегодня Беларусь значительно отстает в конкурентной борьбе за освоение ключевых технологий новой «длинной волны» экономического подъема, зарождающейся в настоящее время. В условиях кризиса передовые страны прибегают к огромной денежной эмиссии в целях долгосрочного кредитования своих корпораций и банков под символический процент, стимулируя инвестиционную и инновационную активность, всемерно наращивая спрос на новую технику [50]. Впереди в такой ситуации всегда оказываются развитые страны, что настоятельно требует от остальных стран поиска дополнительных резервов для развития промышленно-технологической сферы.

Многообразие и глубина поставленной проблемы заключается в том, как организовать производственную деятельность человека на основе естественных, природных, экономических, физиологических закономерностей. При этом требуется выполнить условия, чтобы принятые к реализации подходы, установки и стратегии развития общества не противоречили универсальным законам эволюции, а опирались на них и были с ними согласованы. Такой подход позволит одновременно избежать экологического коллапса и обеспечить наилучшие условия для удовлетворения потребностей как отдельных людей, так и всего общества в долгосрочной перспективе.

Рост международной торговли машинами и оборудованием – один из основных показателей развития глобального разделения труда. Машиностроение как никакая другая отрасль материального производства предоставляет возможности для развития внутриотраслевого разделения труда, углубления специализации. Поэтому масштабы и характер участия

страны в международной торговле машинами и оборудованием служат важнейшей характеристикой её места в системе международного разделения труда.

Сложившаяся тяжелая ситуация в отечественном машиностроении вызывает острую необходимость анализа её причин, выявления отставания отрасли от мировых лидеров и выхода на устойчивый режим развития [51].

Авторам [1, 3, 52] представляется, что одним из главных резервов в этом направлении может быть создание отрасли технологического машиностроения и формирование на его основе межотраслевого комплекса, объединяющего в своем составе собственно изготовителей машин и промышленные производства, где эти машины используются, а также всемерное расширение экспорта. Поясним более подробно эту точку зрения, для чего воспользуемся энерготехнологической концепцией национальной безопасности [53, 54].

Сущность содержания указанной концепции заключается в целостном рассмотрении всех вопросов переработки материалов для нужд жизнедеятельности человека, анализа состояния и резервов совершенствования технологий и оборудования, критической оценки организационных методов реализации с учетом исторического опыта и достижений науки, выработки основных путей развития и выбора приоритетов для конкретной реализации в промышленных масштабах применительно к условиям Беларуси и России.

Главным резервом снижения издержек общества является совершенствование производств, на которых осуществляется комплексная переработка веществ и получаются продукты, используемые для удовлетворения технических и бытовых потребностей. Это совершенствование цементных и горно-обогатительных комбинатов, кирпичных и силикатных заводов, комплексов по производству химического сырья, удобрений, стройматериалов и изделий, бумаги, композиционных и наноразмерных структур, твердого топлива и боеприпасов, продуктов питания, 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 [55].

Значимость приведенных показателей состоит не столько в их величинах, сколько в выявлении той доли снижения издержек, которую могут дать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению. Данная проблема обусловлена чрезвычайно низкой эффективностью используемого оборудования и технологий. Попытаемся определить приоритеты и дать им соответствующую оценку.

Соотношение способов производства, технологических укладов и поколений техники в структуре продукции общественного производства в современном понимании означает технологическую структуру экономики.

Они выражают удельные веса прогрессивных, традиционных и реликтовых укладов в составе инновационного и производственного потенциалов той или иной страны, что предопределяет эффективность и адаптивность к переменам её экономики [2].

Технологическая структура изменяется во времени, причем изменения происходят неравномерно с волнообразной сменой поколений технических систем, научно-технических направлений, технологических укладов и способов производства. Технологическое развитие экономики не может происходить только путем последовательной смены технологических укладов. Основой структурных сдвигов при этом является инновационный потенциал государства, отдельных предприятий и коллективов [1, 51, 52], представляющий собой коммерциализированный результат научных исследований и разработок по созданию конкурентоспособной продукции и её реализации на рынке.

Современное измельчение материалов в технике – широчайший спектр сложнейших технологических переделов, базирующихся на различных механизмах воздействия на обрабатываемую среду. Уже сегодня механизмы разрушения материала из простейшего орудия труда превращаются в сложнейший инструмент изменения и управления свойствами сырья и материалов. Технологическое материаловедение при этом катастрофически опережает техническую базу этих процессов [56].

Для осуществления любых преобразований вещественной структуры, т. е. проведения технологических процессов, необходимо использовать энергию. Жизненный цикл такой структуры включает в себя получение, преобразование, передачу, использование и утилизацию. От правильной реализации этой совокупности зависит итоговая эффективность всей производственной структуры. В качестве частных примеров простого решения таких задач можно рассматривать когенерацию, т. е. одновременное получение и использование электрической и тепловой энергии, совмещение различных процессов в одном агрегате (измельчение – сушка – смешивание), применение выгорающих добавок, организацию процессов на основе отходящих газов и ряд других.

Однако важнейшим фактором в цепи энергетических потоков является именно потребление энергии непосредственно в рабочем процессе. Для огромного количества технологических процессов (разрушение горных массивов, капание грунтов, измельчение, бурение, смешивание, уплотнение, сушка, обжиг, гранулирование, плавление, растворение, кристаллизация и т. д.) задача энергосбережения банально сводится к простой организации ввода и рационального распределения энергии в обрабатываемой среде. Уникальный тому пример – шаровая мельница, изобретенная почти 150 лет назад; она до сих пор широко используется в

технике [4, 57], хоть пережила много поколений современного ей оборудования (рисунок 4.1).

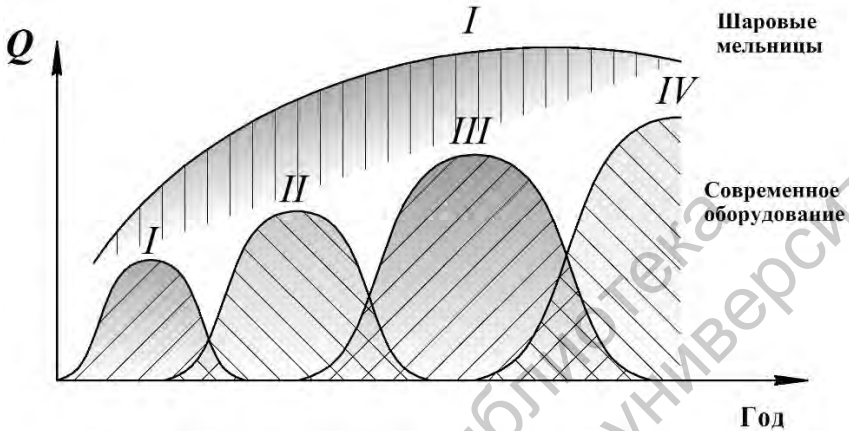


Рисунок 4.1 – Графическая модель смены поколений техники





Состояние, характерное для шаровой мельницы, явно коррелируется с технологическими укладами развития дезинтеграторных технологий, представленных на рисунке 4.1. Столь низкий уровень энергоэффективности этого вида оборудования особенно хорошо прослеживается на фоне других машин и агрегатов. Так, если сравнить затраты электроэнергии в Могилевской области на работу всех машиностроительных заводов, где работают многие тысячи станков, и на проведение процессов только помола материалов, то в последние докризисные годы они равны между собой и составляют, по данным статотчетности, примерно по 270–280 млн кВт·ч в год. Важно отметить, что около 70 % помола сосредоточено на предприятиях по производству цемента, извести и силикатных изделий, где задействовано 22 крупных помольных агрегата, в т. ч. 16 шаровых мельниц.

Следует обратить внимание на структурный анализ измельчительных агрегатов в части трансформаций и ввода энергии в обрабатываемую среду. На нескольких примерах (таблица 4.1) покажем механизмы управления энергетическими потоками для различных измельчительных машин.

Изложенная в таблице 4.1 информация наглядно показывает звенья трансформационной системы с происходящими в них потерями энергии. Одним из путей повышения эффективности привода помольных агрегатов может служить виброинерционный механизм передачи движения рабочим органом. Он сочетает в себе различные функции (виброактивность,

управляемую передачу силового импульса, максимум количества воздействий и минимум перемещений, возможность приближения к методу измельчения единичного зерна и др.). Из новых аппаратов данного направления можно выделить рессорно-стержневые и штифтовые мельницы, конструкции которых приведены в [58–61].

Таблица 4.1 – Примеры структурного анализа технологических аппаратов

Структура аппаратов			
Струйная мельница	Шаровая мельница	Молотковая мельница	Вибродарные и стержневые мельницы
			
Силовая установка ↓ Привод ↓ Преобразователь энергии ↓ Рабочий процесс ↓ Модуль восстановления	Силовая установка ↓ Привод ↓ Технологический модуль ↓ Рабочий орган	Силовая установка ↓ Привод ↓ Рабочий орган	Силовая установка ↓ Рабочие органы

Основная проблема совершенствования дезинтеграторных технологий заключается в несовершенстве единичных актов разрушения, приводящих к огромным потерям на трение. Наиболее эффективным решением является создание агрегатов, осуществляющих воздействие на материал методом индивидуального зерна. Именно на этом подходе основана конструкция стержневых и вибродарных мельниц [58, 62, 63].

Главной причиной низкой эффективности большинства технологических машин является управляемый характер ввода и распределения энергии в среде обрабатываемого материала, который распределяется и движется в рабочих зонах наихудшим образом. Так, в шаровой мельнице подведенная энергия «размазывается» между мелющими телами в огромном объеме, полезную работу совершает только каждый тысячный удар мелющего тела (шара), остальные молотят сами себя. Отсюда КПД этих машин менее 1 % [4] и стоимость помола высочайшая.

Такая же ситуация и с другими агрегатами, к числу которых можно отнести вращающиеся печи, дробилки, мельницы, сушилки различных конструкций, смесители, классификаторы, уплотнители, грануляторы, реакторы и ряд других. Известно немало направлений решения этих проблем, основанных, в частности, на достижениях прикладной физико-химической механики, технологической вибротехники, адаптивных подходах, аддитивных технологиях и т. д. Кроме того, существуют многие другие направления, базирующиеся на аэро- и гидродинамике, управляемом высокотемпературном синтезе, высокоскоростном ударе, различного рода аномальных эффектах, например, адсорбционном понижении или повышении прочности и т. д. Это подтверждает широту и масштабность механизмов интенсификации работы технологических машин.

Продукция новой отрасли не что иное, как энергосберегающие орудия труда, относящиеся прежде всего к крупномасштабным производствам. Ранее было показано [7], что наиболее значимыми для экономики Беларуси являются следующие технологические передель: первичная переработка сырья, дезинтеграторные технологии, тепловые процессы, технологическое ресурсосбережение, рудоподготовка, переработка отходов, нанотехнологии, технологический электропривод и технологическое энергосбережение.

Приведенные технологические передель и их предварительная оценка дают основания утверждать, что это огромный потенциал энергосбережения. Ценность представленных данных заключается прежде всего в том, что они ранее в таком представлении не рассматривались и в каких-либо программах энергосбережения не учитывались. Их методологической базой является энерготехнологическая концепция национальной безопасности или устойчивого развития [64].

Суть энерготехнологической концепции состоит в системном межотраслевом анализе технологических машин и процессов с целью выявления реального потенциала повышения их энергоэффективности. Это предполагает разработку научно обоснованных подходов к созданию принципиально новых технологий и оборудования и является необходимым условием комплексной модернизации производственной структуры и вывода ее на мировой уровень.

4.3 Основные положения энерготехнологической концепции и пути ее практической реализации

Суть современного этапа развития заключается не в проведении эволюционных изменений, а в смене технологических укладов [54], 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. Для успешного инновационного развития становится все более очевидным, что решение такой масштабной задачи фрагментарными мерами невозможно.

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 развития.

Приведенная выше оценка технологического уровня производства ряда сырья, материалов и изделий с неоспоримой очевидностью доказывает, что производственные процессы, связанные с этой областью не только крайне несовершенны и затратны, но и имеют огромный потенциал повышения эффективности [4, 26, 61].

Природа рассматриваемой проблемы заключается в различных уровнях приоритетов, которые присущи в конкретный промежуток времени тем или иным сферам деятельности, и в их влиянии на политические события. Пока технологическая переработка сырья и материалов не имела всеобщего доминирующего воздействия на экономику и базировалась на несовершенных технологиях и оборудовании, она не могла конкурировать с другими отраслями, к которым следует отнести, например, энергетику, производство вооружения, транспорт, связь.

К настоящему времени ситуация в мире существенно изменилась и основная функция технологической сферы производства от обслуживания достаточно простых потребностей общества перешла в категорию, определяющую общий уровень цивилизационного развития. Подобная трансформация связана с многократным увеличением объемов вовлекаемых в хозяйственный оборот материалов, энергии, трудовых и других ресурсов, усложнением и удорожанием технологий и оборудования, необходимостью расширения научных исследований, большими капитальными затратами на строительство современных производств и катастрофическим воздействием на окружающую среду.

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 невозможно.

Следствием перечисленных факторов является несовершенство большинства технологий, что выражается прежде всего в высокой энергоёмкости. В этой ситуации разобраться особенно сложно, т. к. отсутствует четкая иерархия между оборудованием и технологией, хотя для большинства переделов конструкции и принцип действия машин и аппаратов должны определяться условиями технологий.

В мире уже накоплен большой объем знаний в области некоторых 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 решений, 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 привести к спаду производства и нестабильности.

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 при тепловых процессах, 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, 64].

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

Рассмотрим структуру энерготехнологической концепции (рисунок 4.2) более предметно и дадим ее краткую характеристику применительно к условиям Республики Беларусь. Выбор составляющих этой структуры организован на основе известных подходов в области создания новой техники и отличается тем, что на всех этапах его выполнения опирается на последние достижения науки в рассматриваемых

областях, прогнозы развития в данных направлениях деятельности, включая долгосрочный, а также на изменение конъюнктуры в смежных отраслях производственной деятельности.

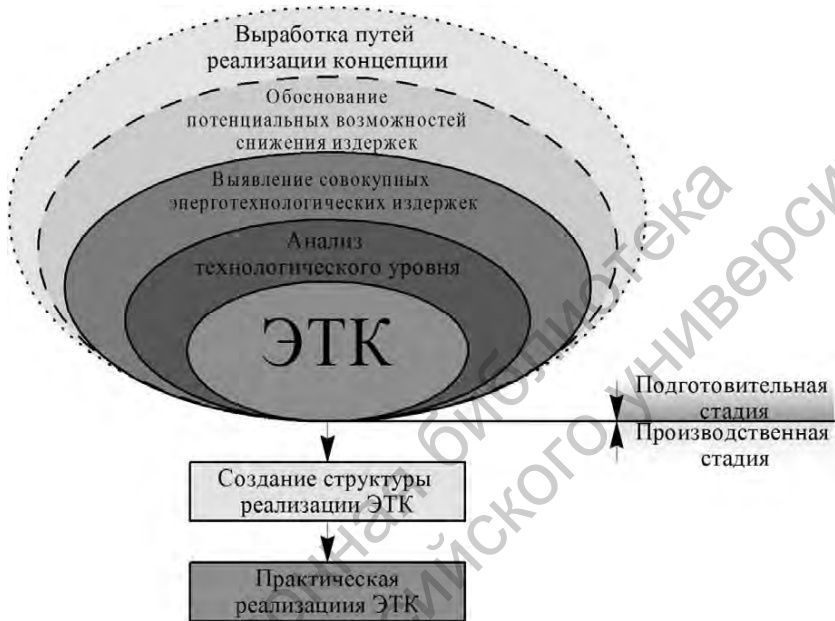


Рисунок 4.2 – Структура энерготехнологической концепции

Этап 1. Анализ технологического уровня. В этот период требуется дать объективную оценку состояния рассматриваемого объекта техники и технологии. Для этого необходимо выявить лучшие аналоги, которые имеются на рынке или разрабатываются конкурентами, произвести научно-технический анализ проблемы с учетом возможности ее практической реализации и сформировать основные задачи в составе решаемой проблемы. На этом этапе важно иметь базовую разработку новой машины или технологию, которая не только представляет собой проверенный принцип действия или воспроизводимость, но и характеризуется высокой вероятностью обеспечения прорыва и выхода на лидирующие позиции в мире. Потребителю при этом важно понимать, что ему будет предложен вариант инновационного производства, технологии или другого нововведения, который будет соответствовать мировому уровню и обеспечивать максимальную прибыль в течение всего жизненного цикла его эксплуатации.

Этап 2. Выявление совокупных энерготехнологических издержек. Этап заслуживает особого внимания, т. к. его целью является всесторонний анализ совокупных издержек, связанных как с эксплуатацией существующих объектов, так и с оценкой затрат на создание новых видов машин и технологий. Это, по сути, функционально стоимостный подход, позволяющий оценить суммарные затраты энергоресурсов на функционирование сравниваемых объектов. Например, при создании новых цементных заводов важнейшим условием является точный расчет удельного расхода энергоресурсов и сопоставления их с показателями передовых заводов цементной промышленности.

Этап 3. Обоснование потенциальных возможностей снижения издержек. Планируется, что это будет комплексная оценка всех возможных затрат при проектировании, создании и эксплуатации нововведения, включая сырьевую подготовку, в том числе карьер, строительство объекта, монтаж оборудования, инженерные сети, расходы на коммунальное тепло, подготовку кадров, страховые и форс-мажорные обстоятельства и ряд других. Важность всей совокупности этих работ продиктована логикой – получить максимальную выгоду за счёт выполнения головной организацией дополнительных работ: научно-исследовательских в части разработки технологии; проектирования строительного комплекса; подготовки всех видов конструкторско-технологической документации на основное оборудование, системы контроля и управления производством, подготовку технико-экономических обоснований (бизнес-планов) и т. д. Этот фронт работ расширяет потенциал выполняемых услуг и гарантирует получение прибыли от высокоинтеллектуальных видов деятельности, минимально связанных с материальным производством.

Этап 4. Выработка путей реализации ЭТК. По нашему мнению, это должна быть государственная программа с набором мероприятий: технико-экономическим обоснованием необходимости развертывания в стране работ подобного рода, оценкой потенциала создания инфраструктуры для реализации ЭТК и перспектив реализации ее продукции на внутреннем и внешнем рынках, комплексным планом поэтапных работ реализации основных направлений ЭТК с учётом объемов финансирования, конкуренции на рынке и т. д. При этом самое главное – наличие необходимой материально-технической базы и высококвалифицированных специалистов.

Этапы 1–4 относятся к подготовительной стадии формирования структуры энерготехнологической концепции устойчивого развития, а производственную стадию должны определять этапы 5 и 6.

Этап 5. Создание структуры реализации ЭТК. Предполагается, что это будет организован соответствующий научно-производственный центр «Промышленные технологии и комплексы» (НИИ), который скоординирует

и организует основные работы по технологическому развитию в национальном масштабе. В этот период главная задача заключается в наборе высококвалифицированных специалистов и организации их работы.

Этап 6. Практическая реализация ЭТК. Этап предусматривает организацию производственной структуры чисто машиностроительного направления, которое начнет выпуск разработанного в рамках ЭТК оборудования и комплексов. По мере укрепления производственной и исследовательской сферы функции и объемы выполняемых работ будут расширяться.

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.

Предполагаются два сценария развития 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 перед МНТК ставились значительные, например, по снижению энергоёмкости в 3–5 раз. (Эта проблема является актуальной и сейчас, а её решение требует других подходов. Изменились и условия, в том числе требования к энерго- и ресурсосбережению, экологичности, резко возросла конкуренция.)

Дополнительная эффективность при проведении технологических переделов будет основываться на сопутствующих составляющих, которые 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 Импортзамещение.
- 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. Работа в этом направлении, а также кардинальная модернизация традиционного оборуду-

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

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

Организационные формы ЭТК могут быть различными. Приоритет в их выборе будет зависеть от конкретных условий. Например, если проект готов и его можно быстро реализовать, то следует отдать ему 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.

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 [4]. Не менее 95 % такого оборудования Беларусь вынуждена закупать [65], а это уже другой вид экспортной зависимости. Существенный спад уровня машиностроения 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 нанотехнологии. Это не означает, что они малоперспективны для развития в Беларуси, но отношение к ним должно быть с позиций, обусловленных более высокой конкуренцией в этих сферах деятельности, а их анализ должны выполнить специалисты соответствующего профиля.

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. 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 приведет их к разорению. Это означает, что белорусскому государству следует создавать такую продукцию, которая существенно превосходит по своей эффективности изделия этих и других мировых производителей.

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. Кроме того, если в нанотехнологиях Республика Беларусь прежде всего «догоняет», то в макротехнологиях имеет реальную возможность вырваться вперед и самой стать лидером.

Представленная концепция сама по себе ничего не решает, так же как и не могут решить ее 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 вызвать значительный интерес для государства в области формирования новой отрасли промышленности – технологического машиностроения.

5 Предпосылки создания отрасли технологического машиностроения

5.1 Современная мировая экономика в поисках новых источников роста

Инновационная составляющая устойчивого развития в первую очередь базируется на принципиально новых концепциях в сфере научно-технологической модернизации производственной структуры.

При этом необходимым условием процесса социального развития является наличие идеи, перспективной для роста возможностей общества. Можно следующим образом классифицировать научные идеи, которые обеспечивают рост возможностей общества как целого [47].

Первый класс – это идеи о новых источниках энергии, более эффективных, чем старые.

Второй класс – это идеи о новых машинах, механизмах и технологических процессах с более высоким коэффициентом полезного действия.

Третий класс – это идеи о повышении качества управления, о более точном соответствии выполняемых работ общественным потребностям, о более совершенном механизме общественного устройства.

Практическая оценка идей предполагает определение их вклада не только для начального времени, но и для некоторых периодов в будущем. Следовательно, оценка целесообразности идей есть оценка их вклада в рост эффективности использования заложенного в них потенциала. Это должны быть особые технологии устойчивого развития, основанные на инновациях глобального уровня.

Инициаторами таких инноваций являются [66]:

- ученые, открывшие новые закономерности развития природы, общества, техники и предложившие эффективные способы использования этих закономерностей;
- изобретатели, которые предложили не имеющие прямых аналогов в мире новшества, методы применения их на практике и обеспечили их правовую защиту;
- предприниматели и управленцы, разработавшие новые формы организации производства, хозяйственной деятельности и управления, а также фирмы и компании, вкладывающие капитал в осуществление инноваций;

– люди творческих профессий, вносящие вклад в обновление всех форм и видов общественной жизни (ученые, философы, писатели, художники, музыканты, юристы, законодатели, священнослужители и т. д.;

– политические и государственные деятели, создавшие новые политические партии, государственные образования, формы межгосударственных отношений, правовые нормы и т. д.;

– военачальники, предложившие более эффективные способы ведения боевых действий, новые формы организации подготовки военных кадров, использования вооружений и т. д.

По сфере применения инновации устойчивого развития делятся на следующие виды [66]: технологические; экологические; экономические; социально-политические; государственно-правовые; инновации в духовной сфере; инновации в образовании; инновации в военном деле и т. д. В рамках рассматриваемых задач важнейшими из них следует считать технологические, экологические и экономические нововведения.

Технологические инновации направлены на расширение ассортимента и улучшение качества производственных товаров и услуг (инновация – продукт) или используемых при этом технологий (инновация – процесс). Именно они лежат в основе удовлетворения растущих, все более разнообразных личных, производственных и иных потребностей, насыщения и обновления рынков товаров и услуг, повышения эффективности производства, смены моделей и поколений техники, технологических укладов и технологических способов производства.

Экологические инновации обеспечивают рациональное, более экономное использование вовлеченных в производство природных ресурсов, более эффективные методы их воспроизводства (поиска и разведки местонахождений полезных ископаемых, выращивания лесов, мелиорации и рекультивации земель и т. д.), а также методы уменьшения вредных выбросов в окружающую среду. Этот вид инноваций тесно связан с технологическими и нередко может рассматриваться как их разновидность, но у них особая целевая функция.

Экономические нововведения находят выражение в использовании более эффективных форм организации, специализации, кооперирования, концентрации, диверсификации производства, методов организации труда, новых финансово-кредитных институтов и инструментов, видов ценных бумаг, управления экономическими процессами, прогнозирования их динамики и изменений конъюнктуры и т. д.

Социально-политические инновации включают новые формы организации общественных движений и политических партий, оказания помощи

безработным, пенсионерам, детям, организации здравоохранения и т. п.

Практическая реализация всех форм инноваций в итоге преобразуется в конкретные нововведения в форме новых продуктов или услуг.

Рассмотрим более подробно классификацию технологий устойчивого развития производственной сферы.

В основе этой классификации лежат сформированные высшие критерии устойчивого развития в системе «природа – общество – человек». В соответствии с ним выделяются три класса технологий.

Первый класс – это технологии замещения источников энергии на более эффективные.

Второй класс – это опережающие технологии повышения эффективности использования энергии не только в ближайшей, но в длительной перспективе.

Третий класс – это прорывные технологии управления, обеспечивающие индивидуальную и общественную потребность в новых технологиях указанных классов.

Рассмотрим эти классы технологий на примере технологий замещения. Классификатор технологий замещения представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Классификация технологий замещения

Источник энергии	Запасы свободной энергии в биосфере	Накопленные знания в обществе	Идеи человека
Запасы свободной энергии в биосфере	Замещение одного вида свободной энергии на другой	Замещение свободной энергии на знания	Замещение идей на свободную энергию
Накопленные знания общества	Замещение накопленных знаний свободной энергией	Замещение одних знаний другими знаниями. База знаний. Обучение	Замещение накопленных знаний новой идеей (смена мировоззрения)
Идеи человека	Замещение идеи свободной энергией	Банк идей	Утилизация идей
Деньги	Замещение денег свободной энергией	Замещение денег знаниями	Замещение денег идеями

Существенной особенностью здесь является классификация источников энергии. Выделены четыре типа источников энергии.

1 Запасы свободной энергии в биосфере. Это различные виды энергии, которые используются в жизнедеятельности человека, а также

поиск новых видов энергии и их замещения, например, создание новых технологий, знаний или идей. Эффективные машины, агрегаты и комплексы представляют собой важнейший фактор размещения самых разных видов энергии и получения существенной экономии всех видов ресурсов.

2 Накопленные знания общества. Без них невозможно в современных условиях подготовить специалистов, создать новые технологии, оценить их уровень и прогнозировать их развитие. Сюда следует включить, по нашему мнению, НИИ, КБ, инновационные предприятия и т. д.

3 Идеи человека. Являются первоисточником новых технологий. Их уровень и значимость определяются преимущественно социальными условиями, уровнем образования и технологической инфраструктуры конкретных индивидуумов.

4 Деньги. Это фактически используемый обществом измеритель возможностей и потребностей общества [47].

В условиях, когда активы не имеют ясного, прозрачного, устойчивого обеспечения, деньги принципиально не могут быть устойчивым измерителем возможностей и потребностей общества, особенно будущих. Но ситуация существенно изменяется, если обеспечение денежных активов будет выражено в универсальных и устойчивых измерителях, например, в золотовалютном эквиваленте. В этом случае вполне реальной становится технология взаимного замещения «деньги – идеи» как образ будущей инновации.

Механизм инновационного развития, основанный на принципе «идеи – деньги – развитие», представляет собой практическое значение для Беларуси, которая имеет в необходимом количестве кадровый потенциал, не подкрепленный в нужной мере другими ресурсами. Это важный фактор для отечественной экономики, и его необходимо максимально использовать. Наиболее яркий тому пример – Парк высоких технологий в г. Минске, приносящий Беларуси значительные доходы [47].

5.2 Оценка факторов повышения эффективности технологической структуры и проблемы их реализации

Основу прогресса в промышленных производствах определяет быстрота внедрения передовых технологий. Учитывая, что машиностроение обеспечивает необходимым оборудованием ключевые отрасли промышленности, а уровень его развития предопределяет состояние и перспективы развития всего промышленного комплекса, важно понимать: машиностроение и есть локомотив технического прогресса.

Машиностроение в ведущих странах, например, в Германии, развивается на основе того, что производство и информационные технологии становятся все более интегрированными, и это требует междисциплинарного подхода в области автоматизации, информационно-коммуникационных технологий, соединенных с набором инженерных технологий проектирования и изготовления соответствующего оборудования на машиностроительных заводах, его последующей эксплуатацией. Пропорция программного обеспечения, систем автоматического управления и контроля, а также средств безопасности эффективного обслуживания и ремонта непрерывно возрастает, в то время как доля механической части оборудования уменьшается в стоимостном выражении, достигая в настоящее время 50 % в общей стоимости оборудования [18].

Следует отметить, что высокоразвитые страны имеют высокую долю продукции машиностроения в общем объеме экспорта промышленности. Так, эта величина в развитых странах Европы составляет 10–20 % [18], а если сюда прибавить электротехническое оборудование, электронику, приборы и аппараты, то становится очевидной технологическая защищенность экономик этих стран от кризисных потрясений.

При всей нацеленности развития в настоящее время на высокотехнологичное производство, например, на нано-, биотехнологии для развивающихся стран, как отмечено в [18], основные усилия первоначально следует направить не на реформирование национальных инновационных институциональных систем, а на активное формирование иной технологической среды, способной воспроизводить различные вариации ресурсообеспеченных технологических процессов и циклов, обеспечивая быстрое и эффективное внедрение в производство инновационных продуктов. Иными словами, инновационные системы должны способствовать переходу на использование прогрессивных в технологическом отношении производств и высокому уровню межотраслевого взаимодействия для ускоренной разработки и продвижения на рынок нововведений.

Основная стратегическая идея развития промышленности отсталых стран – селективный отбор в каждом секторе наиболее эффективных производств, способных стать точками роста, с одновременным осуществлением технологического прорыва в перспективных промышленных видах деятельности и увеличением на основе кооперации с ними общей конкурентоспособности промышленного комплекса страны, сокращением его отставания от промышленно развитых стран [18]. Такому промышленному производству необходимо закрепиться в выбранных областях специализации на наиболее доступных рынках, минимизировав деятельность в тех,

где она заведомо не может быть высокоэффективной, и сформировать новые области промышленной специализации, за счёт развития научно-технологического потенциала стремиться быть на шаг впереди в технологическом развитии по сравнению с массовыми промышленными производствами Китая, первыми на территории своего региона осваивать производство продукции рыночной новизны, особенно в высокотехнологических секторах.

Из принципиальных соображений для Беларуси неприемлема гипотеза [66], заключающаяся в том, что для ряда микроэкономических субъектов, а в краткосрочном плане – для экономики в целом – в сложившихся условиях выгодно сохранение существующей макроструктуры национальной экономики. Источником выгоды, в частности, может служить разница между ценой экспорта топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) из Беларуси и ценой их импорта в Беларусь. Чем больше эта разница, тем выше конкурентоспособность белорусских энергоёмких предприятий и отраслей на мировом рынке и, соответственно, сильнее стремление к увеличению их доли в отраслевой структуре национальной экономики.

Такой подход является неопределённым. В какой-то степени он был бы реализован, если бы энергозатратные предприятия Беларуси имели конкурентоспособную на мировом рынке продукцию, но этого нет и не может быть, по крайней мере, лет 15–20, которые необходимы для создания такой продукции.

Национальной стратегией развития экспорта Республики Беларусь предусмотрено сокращение доли минеральных товаров (в том числе и нефтепродуктов) в общем объёме товарного экспорта за счёт более высоких темпов экспорта новых видов товаров. Реальная ситуация такова: в 2011 г. объём экспорта энергетических товаров превысил 14 млрд долл. США, что при сумме экспорта товаров в 40,3 млрд долл. [67–69] составляет 35 % от его общего объёма. Таким образом, зависимость белорусской экономики от цен и условий поставок топливно-энергетических ресурсов сегодня не снижается, а в краткосрочном периоде наблюдения растёт.

В большинстве стран мира, относящихся к разным типам экономики, наблюдается одна и та же закономерность: с ростом уровня дохода на душу населения добывающий сектор постепенно теряет свою ведущую роль в экономике страны, уступая ее сначала обрабатывающей промышленности, а затем сектору услуг. Эти два важнейших структурных сдвига обычно считаются необходимыми стадиями экономического развития каждой страны – индустриализации и постиндустриализации [70].

Современная структура белорусской экономики характеризуется доминированием отраслей III и IV технологических укладов, в том числе материало- и энергоемких производств, металлургической, топливной, нефтехимической промышленности. При такой структуре экономики низкая самообеспеченность республики собственными топливно-энергетическими ресурсами представляет угрозу национальной безопасности государства в экономической сфере, связанную в первую очередь с рисками неблагоприятного изменения цен и условий поставок данных видов ресурсов. Рост энергетических рисков – важный, но не единственный повод для проведения структурных реформ. Среди других факторов, угрожающих макроэкономической стабильности, обычно выделяют низкий уровень диверсификации рынков сбыта, доминирование узкого круга крупных «валовообразующих» предприятий-экспортеров, низкую долю инновационно активных предприятий и инновационной продукции [49].

Для Беларуси центральным вопросом технологической модернизации в новой стратегии, относящейся к НСУР-2020 (национальной стратегии устойчивого развития), является создание и развитие высокотехнологического оборудования, V и VI технологических укладов: информационных, оптических, тонкой химии, биологических, новейших материалов и др. Ключевую роль в этом должна играть национальная инновационная система (НИС) в виде отдельных ее фрагментов (НИИ, вузы, НПО, технопарки и др.), но чисто кластерных объединений они не образуют [4], что не позволяет рассматривать их как по-настоящему значимый фактор экономического роста, т. к. производство высокотехнологичной продукции, являющейся, по сути, важнейшим показателем постиндустриального общества, в Беларуси катастрофически слабо развито [71]. Так, в пересчете на душевое производство высокотехнологичной продукции этот показатель составляет: Беларусь – 28,6 долл., Ирландия – ≈ 9000 долл. и среднее мировое значение – 202 долл. США.

Попытки стимулировать развитие высокотехнологичного сектора экономики (Указ Президента Республики Беларусь № 622 «О налогообложении высокотехнологических организаций») хоть и является нужной мерой, но проблему не решает, что связано с применением критерия «высокотехнологическая» организация. К таковым, по мнению авторов, нельзя отнести наши «родные» заводы: Минский тракторный завод, Минский моторный завод, Могилевский лифтостроительный завод и др. Улучшение таким способом приведенных показателей не делает экономику более технологичной.

Лозунги о необходимости структурного реформирования присутствуют в директивной части основных программных документов, определяющих стратегию развития национальной экономики на протяжении последних 15–20 лет, однако до сегодняшнего дня принципиальных изменений отраслевой структуры не произошло, более того, она существенно ухудшилась [72].

Производство и продвижение наукоемкой продукции и новых технологий на мировой рынок – важнейшее условие конкурентоспособности страны. Государство, не обладающее богатыми природными ресурсами, но сделавшее ставку на развитие передовых технологий, выдвигается в число мировых лидеров по темпам экономического роста и уровню жизни населения [3]. Мировая практика показывает: наиболее высок удельный вес добавленной стоимости в цене продукции в низкотехнологичном секторе (из-за природной ренты добывающих отраслей) и в высокотехнологичном секторе [73]. С учетом того, что проблематика данной работы затрагивает только вопросы развития высокотехнологичных производств, чисто сырьевые аспекты авторами не будут затронуты.

5.3 Обоснование целесообразности выделения технологического машиностроения в самостоятельную отрасль промышленности

Вступление человечества в очередной интенсивный этап своего развития, основанный на V–VI технологических укладах, представляет собой в итоге переход к постиндустриальному обществу. Кинетика этого движения существенно отличается для различных стран, отечественная экономика, особенно ее важнейшая отрасль – машиностроение, неоправданно отстает от мирового уровня. Такое положение недопустимо, и государству нужна новая экономика с конкурентоспособной промышленностью и научно-технологической инфраструктурой, способной обеспечить выход на передовые позиции в глобальном распределении труда в качестве лидера по целому ряду сегментов рынка.

Страны недавно созданного Евразийского экономического союза (ЕЭС), прежде всего Россия, Беларусь и Казахстан, по причине своего технологического отставания от ведущих мировых лидеров вынуждены формировать свою спланированную на долгосрочный период экономику и активно искать новые перспективные направления и резервы роста. В связи с этим уместно привести слова Президента России В. В. Путина: «Для возвращения технологического лидерства нам нужно тщательно выбрать приоритеты. Кандидатами являются такие отрасли, как фармацевтика,

высокотехнологичная химия, композитные и неметаллические материалы, авиационная промышленность, информационно-коммуникационные технологии, нанотехнологии. Разумеется, традиционными лидерами, где мы не потеряли технологических преимуществ, является наша атомная промышленность и космос. Список не закрыт – всё зависит от конъюнктуры мирового рынка и – не в последнюю очередь – от инициативы предпринимателей и работников самих отраслей» [74].

Анализ состояния и перспектив развития мировой экономики [75], а также собственные наработки в рассматриваемом направлении [17] дают все основания утверждать, что в ближайшие десятилетия будет сформирована и активно задействована в мировом разделении труда новая отрасль промышленности – технологическое машиностроение. Для правильного понимания и объективной оценки происходящих событий в данном направлении и во избежание тех негативных последствий, которые имеются, например, с кибернетикой или генетикой, необходимо предвидеть такой этап мирового развития, как создание новой отрасли – технологического машиностроения, и войти в него в группе лидирующих государств. Это, в свою очередь, требует соответствующих оценок и объективных прогнозов долгосрочного характера.

Общепринято, что уровень развития машиностроения является одним из основных критериев экономической мощи государства. Так, в Беларуси, по данным статистичности, доля машиностроения в общей структуре промышленности, составляющая в 1990 г. 34,2 %, в 2010 г. сократилась до 22,0 %, а в 2016 г. опустилась еще ниже. Одновременно с этим доля минеральных продуктов во внешней торговле с 20,2 % в 2000 г. возросла до 37,9 % в 2009 г. [76] и продолжает устойчиво повышаться. Это явное свидетельство стремительного провала экономики Беларуси в сырьевую нишу, а значит, в энергозатратную, экологически опасную и зависимую от внешних условий, т. е. неустойчивую.

Реалистичная оценка сложившейся ситуации на основе критического прогноза путей и направлений формирования новых отраслей и сфер деятельности [77–79] позволяет авторам выдвинуть версию технологического развития базовых отраслей промышленности Республики Беларусь. Следует отметить, что любые инфраструктурные преобразования невозможно реализовать без возрождения белорусского машиностроения.

Сегодня простая машина потребителям мало интересна. Потребителю нужны технологические линии и комплексы, предназначенные для выпуска готовой продукции. Это реалии современного рынка, и другие

варианты здесь неприемлемы. Спрос идет на «умные» машины, мехатронику, комплексы машин, способные учитывать все внешние условия, свойства перерабатываемых материалов, осуществлять управляемые технологии и при этом минимизировать все виды издержек. Естественно, что созданием таких машин, насчитывающих сотни и тысячи видов, типоразмеров и комбинаций, должна заниматься новая отрасль промышленности – технологическое машиностроение.

Обоснованием необходимости ускоренного становления технологического машиностроения можно считать прогноз глобального мирового развития многих авторов, например, Ф. А. Шамрая [80]. Графическая интерпретация приводимой им модели – схема цикличности мировой экономики – представлена на рисунке 5.1. Главный вывод из анализа циклограмм как 40-летних, так и 100-летних технологических циклов: в 2015–2050 гг. в экономике будут доминировать материалы, в 2040–2100 гг. – машины, а неоспоримым лидером будет Китай.

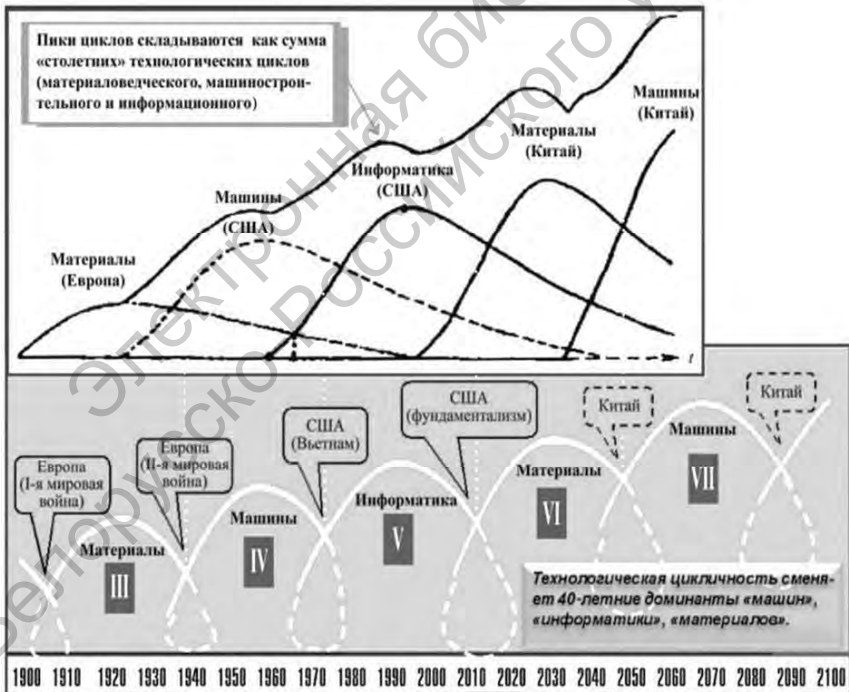


Рисунок 5.1 – Циклограммы технологического развития мировой экономики

Прокомментируем ряд весьма авторитетных работ [66, 71, 78, 79], связанных с предложениями по инновационному развитию отечественного технологического сектора (это, например, био- и нанотехнологии, фармацевтика и медицинская техника, микро- и оптоэлектроника, аддитивные технологии, атомная и альтернативная энергетика, а также создание национальной инновационной системы с необходимым набором системных предпосылок в виде субъектов и объектов инновационной деятельности – НИИ, КБ, кластерных предприятий, технопарков, университетов и т. д.).

Тенденция развития сектора высоких технологий в Беларуси не дает повода для оптимистической оценки их будущего [71]. И это даже не потому, что реальные объемы наукоемкой продукции в стране очень малы [72], не хватает средств на полноценное финансирование перспективных проектов, законодательная база не обеспечивает должного стимулирования и участия в научных исследованиях как отдельных ученых и изобретателей, так и творческих коллективов.

В обобщенном виде указанные проблемы приведены в статье бывшего премьер-министра Республики Беларусь Н. В. Мясникова, причём планируемые позитивные показатели роста, которые в ней представлялись к настоящему времени по большинству пунктов не только не выполнены, но имеют динамику в сторону вялотекущего регресса [79]. Во многом на это повлиял последний мировой кризис, однако Беларуси необходимо найти выход из сложившейся ситуации и вступить на путь реального экономического развития.

Изложим свою точку зрения по искомому вопросу, являющемуся целью выполняемой работы. Систематизируем технологическое развитие как таковое. В научных кругах аксиомой считается то, что догоняющая модернизация, которую авторы проводят, не может быть постиндустриальной, т. к. последняя вряд ли совместима с мобилизацией и имитацией, присущими ускоренному созданию промышленности [81, 82]. Приведем пример, исключая такое правило: развитие космоса или атомной промышленности в СССР, но это происходило 30–50 и более лет назад и в совершенно иных экономических и политических условиях.

Критически оценив роль самых передовых наукоемких технологий и их вклад в экономику Беларуси, авторы сделали некоторые выводы. Во-первых, государство не имеет достаточных ресурсов для создания таких технологий и вывода их на мировой рынок с его жесткой и политизированной по отношению к Беларуси конкурентной средой, во-вторых, объемы реализации наукоемкой продукции весьма незначительны и главная

на данный момент задача – увеличение ВВП и модернизация всей производственной структуры – не решается, в-третьих, что видится самым главным, происходящее не дает полной уверенности в повышении уровня жизни людей и снижении социальной напряженности в обществе.

Изложенное не предполагает отказа от форсированного развития наукоемких технологий и перехода на простое воспроизводство устаревшей продукции предприятиями, уровень которых соответствует III и IV технологическим укладам. Самое главное на данный момент – выбор стратегического вектора инновационного развития, способного обеспечить как эффективную модернизацию производственной сферы базовых отраслей экономики, так и создание передовых промышленных технологий и другой наукоемкой продукции, которая в качестве научных разработок в достаточном количестве имеется в Республике Беларусь, но ее коммерциализация требует значительных финансовых средств и проводится недостаточно активно.

На основании вышеизложенного представляется возможным предложить вариант формирования в Беларуси машиностроительного кластера, базирующегося на положениях разработанной авторами «Энерготехнологической концепции устойчивого развития Национальной безопасности» и подчинённого идеологии создания отрасли технологического машиностроения. В качестве правомочности этих предложений можно привести соответствующую аргументацию.

Беларусь зависит от внешних источников энергоресурсов примерно на 80 %, что в совокупности с некоторыми другими факторами резко увеличивает энергоёмкость ВВП, превышающую общеевропейскую в 2,0–2,5 раза [83]. Основными потребителями энергоресурсов являются промышленность и ЖКХ, причём в промышленности задачи энергосбережения совпадают с задачами как модернизации оборудования на действующих производствах, так и создания новых технологий и оборудования, ориентированных на экспорт. Это четко вписывается в действующие программы энергосбережения и во многом позволяет осуществлять те функции, которыми ранее заведовал Комитет по энергосбережению. Техническими объектами модернизации при этом могут быть агрегаты для измельчения, механоактивации, грохочения и обогащения материалов, тепловые установки для сушки и обжига, холодильные машины, комплексы для переработки отходов, химические реакторы, агрегаты для возобновляемой энергетики, аппараты и оборудование для пищевой промышленности и сельского хозяйства, нанотехнологии, производство боеприпасов и т. д.

Машиностроительные предприятия, которые деградируют на протяжении ряда последних лет, нуждаются не столько в замене устаревшего оборудования, сколько в освоении выпуска новой конкурентоспособной продукции, продажа которой позволит им решать задачи технологического обновления собственными силами. Таких предприятий в Беларуси многие десятки, и они равномерно размещены по всей территории, что очень удобно для их кластерной специализации. Здесь на первое место выходят вопросы управленческого характера и организации производственного цикла.

Правильное понимание тенденций технологического развития позволит выбирать надежных партнеров для выполнения совместных проектов, что на данном этапе может оказаться наиболее важным фактором привлечения внешних инвестиций в экономику Беларуси. Это могут быть проекты научно-исследовательского характера, например, Парк высоких технологий с широкими возможностями для развития отечественной технологической, а впоследствии и производственной структуры. Значимость этого инновационного направления трудно переоценить, но с каждым годом шансов на его реализацию по причине старения и «вымывания» научно-технических специалистов остается все меньше.

Перечисленные факторы можно дополнить целым рядом других, но, как нам представляется, изложенного в полной мере хватает для того, чтобы сделать соответствующее заключение. В Республике Беларусь реально может быть сформирована кластерная по своей структуре новая отрасль промышленности (подотрасль) – технологическое машиностроение. Это вписывается в общемировой тренд технологического развития с перспективой широкого развертывания в ближайшие 20–30 лет. Учитывая исторический опыт многих стран, например, Финляндии и Израиля [84], которые несмотря на свои небольшие размеры, успешно пробилась в мировые лидеры по ряду направлений, можно предположить, что Беларусь имеет свой шанс в будущем войти в группу государств с высоким уровнем развития.

6 Нооэкономика современного развития и место в ней отрасли технологического машиностроения

6.1 Нооэкономика и ее роль в технологическом развитии

Активные изменения в политической и общественной жизни многих стран, прежде всего США и Западной Европы, свидетельствуют о том, что последствия финансово-экономического кризиса 2008–2009 гг. почти потеряли свое активное влияние на развитие мировой экономики. Начинается новый этап, связанный с изменившейся геополитической ситуацией и ролью таких стран, как Китай и Россия. Под влиянием ряда других значимых изменений, в том числе дальнейшей глобализации, нарастания экологических проблем, ухудшения социальной обстановки во многих регионах, дальнейшего технологического развития, по многим важнейшим направлениям возникли объективные условия для нового цивилизационного продвижения, и это подтверждает усиливающаяся конкурентная борьба в различных сферах деятельности. Важные аспекты этих проблем освещены в работах А. Акаева [85].

Источником экономического роста на предстоящей «длинной волне» Кондратьева (2018–2050), как уже установлено, является VI технологический уклад (ТУ), в основе которого лежат NBIC-технологии (N – нано-, B – био-, I – информационно-коммуникационные, C – когнитивные), порожденные NBIC-революцией [85–89]. Начавшийся в конце XX в. – начале XXI в. активный процесс технологической конвергенции, означающий взаимопроникновение технологий, особенно ярко проявился в NBIC-конвергенции; он сопровождается, как правило, синергетическим эффектом, характеризующим возрастание эффективности производства в результате взаимопроникновения технологий. Именно синергия NBIC-конвергенции будет оказывать мощное воздействие на экономический рост в XXI в.

Развитые страны в первой половине XXI в. будут насыщать свою промышленность и сферу услуг высокотехнологичными наукоемкими продуктами и услугами, основанными на NBIC-технологиях. В это же время развивающиеся страны будут форсировать индустриализацию и формировать современную сферу услуг. При этом крайне важно, чтобы они имели широкий доступ к энерго- и ресурсосберегающим технологиям V ТУ, который составляет основу современных наиболее развитых экономик мира. Примечательно, что ключевые технологии V ТУ уже перешли в разряд технологий широкого применения (ТШП) [90]. Развивающиеся страны могли бы осуществить широкомасштабные программы внедрения ТШП V ТУ прежде всего в жизнеобеспечивающие отрасли народного

хозяйства, поскольку именно они гарантируют реальный рост ВВП. При таком сценарии развития минимизируется ущерб, наносимый окружающей среде в результате масштабного экономического роста в мире.

Далее следует предположить, что следующие пять условий должны стать императивами на протяжении 6-го большого цикла Кондратьева (БЦК) (2018–2050).

Социальная справедливость. Обеспечивает справедливое распределение доходов в обществе, снижение неравенства доходов до социально приемлемого уровня. Нынешний финансово-экономический кризис свидетельствует о том, что социально ориентированные экономики Германии и ряда скандинавских стран достаточно устойчивы даже в условиях турбулентной нестабильности экономической конъюнктуры в отличие от экономики Беларуси. Поэтому требуется возврат к социально ориентированной модели рыночной экономики, к социальным государствам. Это позволит снять социально-политическую напряженность в национальных обществах и укрепить социальную сплоченность, необходимые для устойчивого подъема мировой экономики.

Справедливая гармоничная глобализация. Позволит осуществлять справедливое распределение выгод от процессов глобализации. Требуется обуздать стихийный процесс глобализации и направить его на благо не только промышленно развитых стран, как это было до сих пор, но и развивающихся стран, чтобы последние могли выбраться из бедности и нищеты. Благодаря подъему благосостояния населения в развивающихся странах будет стремительно расширяться мировой средний класс, будет увеличиваться спрос на товары и услуги длительного пользования, способствуя устойчивому долгосрочному экономическому росту на глобальном уровне.

Экологический императив. Предполагает согласованные, энергичные и эффективные усилия всего мирового сообщества для сбалансированного обеспечения растущего населения Земли всеми необходимыми ресурсами – питьевой водой, продовольствием, энергией и т. д. – без ущерба для окружающей среды, без дальнейшего ухудшения состояния биосферы Земли.

Биосфера Земли является саморегулирующейся системой, однако ее способность к поддержанию стабильной окружающей среды безгранична и сохраняется лишь до тех пор, пока возмущения, которым подвергается система, не превышают возможностей регуляции. Антропогенное воздействие человечества уже на рубеже XIX–XX вв. превысило этот предел, и с тех пор Земля находится в состоянии непрерывно углубляющегося экологического кризиса. Если не предотвратит дальнейшее усугубление экологического кризиса, то он неминуемо перерастет в необратимую,

губительную для человечества экологическую катастрофу. Пришло время, когда нынешнюю экономику необходимо трансформировать в экологизированную, оберегающую биосферу планеты [91].

Стабильность финансовой системы. Создает условия для устойчивого инвестирования финансового капитала в реальную экономику. Финансовый капитал, безусловно, играет ключевую роль в современной экономике. Он первым оказывает поддержку технологической модернизации экономики, но затем способствует углублению противоречий, ведущих к возможному кризису. Каждая технологическая революция вела к периоду взрывного роста на финансовых рынках как предвестнику грядущего краха [92]. Поскольку поддержание стабильности финансовой системы – одно из главных обязанностей государства, следует добиваться более эффективного государственного регулирования в этой важнейшей сфере. Чрезмерное регулирование не стимулирует инноваций, создания новых продуктов. Однако недостаточное регулирование приводит к большим проблемам, как это продемонстрировал кризис. Может быть, в рамках сотрудничества 20 развитых и ведущих развивающихся стран выработаются контуры новой мировой финансовой архитектуры, более надежной, более гибкой и исключающей возможность появления финансовых пузырей, генерирующих кризисные явления, ведущих к внезапному спаду в экономике, за которым следует крах, а затем депрессия.

Конвергентное развитие экономик авангардных стран мира. Благодаря этому авангардные страны мира, включающие страны G5 (США, Япония, Германия, Великобритания и Франция) и БРИКС, становятся фундаментом мирового экономического развития на 6-м БЦК, создавая необходимый спрос путем конвергентного развития своих экономик. Развитые страны создают спрос на товары и услуги стран БРИКС, содействуя передаче последним ТШП и притоку прямых инвестиций. Страны БРИКС и другие развивающиеся страны с растущими рынками максимально способствуют расширению среднего класса в своих обществах, формируя тем самым достаточный объем спроса на дорогую наукоемкую высококачественную продукцию и услуги, предоставляемые развитыми странами. Трудоемкое промышленное производство будет по-прежнему находиться в развивающихся странах.

Страны БРИКС, в свою очередь, становятся локомотивами для менее развитых стран, создавая необходимый спрос на сырье и полуфабрикаты, дешевые товары и услуги, а также инвестируя в развитие инфраструктуры и социальной сферы. Для экономического роста бедных развивающихся стран необходимы справедливые условия международной торговли, которые возможно выработать только при сильной поддержке стран БРИКС в рамках G20 и ВТО путем успешного завершения Доха-раунда. Таким образом,

следует восстановить глобальный спрос и поддерживать в дальнейшем его устойчивый рост.

Проблема глобализации, являющаяся ключевой. Один из выводов знаменитого французского экономиста лауреата Нобелевской премии М. Алле, к которому он пришел в результате эмпирического исследования условий занятости и экономического роста в процессе глобализации, звучит следующим образом: всеобщая глобализация торговли между странами с весьма различными уровнями зарплат по обменному курсу валют не может не приводить в конечном счете повсюду как в развитых, так и в менее развитых странах лишь к безработице, падению темпов экономического роста, неравенству и нищете. Изложенное справедливо также в отношении проблемы ухудшения экологической ситуации в развивающихся странах, куда в процессе глобализации развитые страны Запада выносят «грязные» промышленные производства [93].

Рассматривая глобализацию как объективный процесс, лауреат Нобелевской премии американский экономист Дж. Стиглиц предлагает ключевые реформы для устранения его недостатков, в частности, он ставит проблему управления мировой экономикой, полагая, что в мире нет мирового правительства, ответственного за народы всех стран, контролирующего процесс глобализации способами, сопоставимыми с теми, которыми национальные правительства осуществляли процессы образования наций [94].

Основная проблема современного мира состоит не в глобализации, а в том, как она реализуется. Частично это связано с международными экономическими институтами, которые формируют правила. Зачастую они делают это в интересах передовых промышленно развитых стран или особых групп этих стран. Указанные институты ставят торговые и финансовые интересы превыше всего и смотрят на мир глазами финансиста, а не экономиста, и, таким образом, забота о среде обитания, обеспечение бедных правом голоса при принятии решений, которые их непосредственно затрагивают, содействие развитию демократии, честной справедливой торговли остаются вне поля их зрения.

Дж. Стиглиц определенно связывает решение названных проблем с созданием мирового правительства, обязанного действовать в интересах всех стран мира, всего человечества, а не только узкой группы развитых стран Запада, как это сегодня делают МВФ, Всемирный банк и некоторые другие международные организации.

Удивительно, но над рассматриваемой проблемой уже 100 лет назад размышлял великий русский ученый В. И. Вернадский. Он разработал учение о биосфере Земли, получившее всемирную известность, а также

предсказал переход биосферы в качественно новое состояние – ноосферу [95]. Понимая под ноосферой сферу взаимодействия природы и общества, Вернадский считал, что ноосфера требует глобального управления планетарными процессами согласно единой разумной воле, а это должно быть связано с идеями социально ориентированного общества.

Следует обратить внимание на концепцию «зеленой» экономики [75]. В ней в качестве ключевых факторов экономического роста в будущем рассматриваются инвестиции в разработку и внедрение технологий, направленных на ресурсосбережение, уменьшение выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов, а также общее снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду. По оценкам экспертов ЮНЕП, «зеленый» сценарий развития мировой экономики (предусматривающий ежегодное инвестирование в соответствующие технологии около 1,3 трлн долл.) может обеспечить к 2050 г. превышение общего объема реального ВВП на 16 %, подушевого ВВП на 14 % и сокращение потребностей мировой экономики и энергии на 48 % по сравнению с базовым сценарием.

Новую модель мировой экономики, отвечающую пяти приведенным императивам – социальной справедливости, гармоничной глобализации, сохранению устойчивости биосферы Земли, стабильности финансовой системы и конвергентному развитию экономик авангардных стран мира, разумную, формируемую и управляемую, называют «нооэкономикой» [98], *т. е. экономикой справедливости и разума*. Сегодня, когда мировой кризис обнажил эти проблемы, наступил самый благоприятный момент, чтобы начать формирование нооэкономики для того, чтобы уберечь человечество от губительных войн и природных катастроф и обеспечить плавный переход в ноосферную цивилизацию. Человечество должно осознать, что завтра может оказаться поздно.

6.2 Проблемы создания высокоэффективных технологических комплексов и пути их решения

Окружающая нас материальная среда представляет собой сложные природные и искусственные дисперсные системы, являющиеся предметом деятельности человека. Эти системы, как правило, непосредственно к хозяйственной деятельности не пригодны и требуют трудоемкой и дорогостоящей переработки с целью получения требуемого по заданным характеристикам продукта.

Важнейшим направлением обеспечения устойчивого развития, повышения уровня жизни людей и создания экологически чистых производственных процессов является коренное преобразование производства на основе «прорывных» технологий и новой техники. Системным решением

поставленной задачи выступает использование высокоэффективных технологических комплексов (ТК).

При рассмотрении проблем создания технологических комплексов необходимо дать им соответствующее определение, в полной мере учитывающее их назначение, структуру и функциональное назначение. Известен целый ряд определений ТК [96, 97]. По нашему мнению, наиболее приемлемым является следующее [98]: «Технологический комплекс – это совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций».

С точки зрения авторов, такое определение технологического комплекса не дает реального представления о такой производственной системе, которая связана с системной переработкой сырья и материалов. Предлагаем определение ТК, которое более полно отвечает его сущности применительно к рассматриваемой проблеме: «Технологический комплекс – это функционально выстроенная цепь производственных агрегатов, объединенных общей организацией целенаправленного изменения свойств сырьевых и передельных материалов путем воздействия на них механическими, физическими или комбинированными методами, системой управления и контроля и предназначенных для последовательного выполнения заданных технологических стадий их переработки и получения готовых продуктов или изделий заданного качества при условии минимального энерго- и ресурсопотребления и отсутствия вредных экологических воздействий на окружающую среду и человека».

В машиностроении специалисты хорошо знают, что уменьшение веса зубчатого колеса на 1 кг приводит к снижению веса редуктора на 2,5 кг, а машины, где этот механизм используется, на 7,5 кг [99]. Этот пример ярко показывает адаптивную сущность проблемы, подчеркивает многофакторность и колоссальные перспективы работ в этом направлении. Но это только часть из них, т. к. дальнейшее «масштабирование» показывает, что уменьшение массы машины уменьшает массу и размеры технологической линии, линия – цеха, цех – завода и т. д. Это и есть технологический комплекс, который должен оцениваться как единое целое.

Международное производственное кооперирование (МПК) представляет собой объективный процесс развития устойчивых производственных связей между обособившимися предприятиями независимо от того, происходит ли он внутри страны или на международной арене. Кооперирование обусловлено всем ходом дифференциации общественного производства, «отпочкования» все большего числа его составных частей в самостоятельные секторы производственной деятельности. Специализация предприятий разных стран по изготовлению частичных продуктов связана с

современным этапом научно-технической революции. Усложнение технологической структуры производства привело к большому росту числа деталей и узлов, используемых в готовом изделии. Например, в легковом автомобиле насчитывается до 20 тыс. деталей и узлов, в прокатных станках – около 100 тыс., в электровозах – до 250 тыс. В целом в машиностроении 80 % трудоемкости машин и оборудования приходится на узлы и детали [9].

Одной из причин развития МПК является тенденция повышения капиталоемкости выпуска новой продукции, требующей огромных финансовых средств. Международная специализация и кооперирование производства сокращают время налаживания изготовления новых товаров и снижают их капиталоемкость. Так, по данным ЕЭК ООН, международные соглашения о техническом сотрудничестве и обмене узлами и деталями на базе кооперирования в среднем примерно на 14–20 месяцев уменьшают сроки налаживания производства новых видов изделий по сравнению с организацией его исключительно собственными силами, а также на 50–70 % снижают стоимость освоения производства. Кроме того, кооперирование дает возможность достигнуть свыше 90 % уровня качества продукции иностранного партнера, тогда как освоение зарубежной технологии своими силами позволяет обеспечить лишь 70–80 % данного показателя. Это обусловлено тем, что международное кооперирование расширяет возможности более комплексного, длительного и мобильного пользования различными производственными ресурсами. При этом возникает также экономия за счет новых технических и управленческих решений на базе передовых зарубежных разработок.

Таким образом, МРТ, являясь основой мирового хозяйства, позволяет ему прогрессировать в своем развитии, создавать предпосылки для более полного проявления общих универсальных экономических законов. Сущность МРТ проявляется в динамическом единстве двух процессов производства – расчленении и объединении. Применительно к проблемам создания технологических комплексов это имеет определяющее значение, заключающееся в том, что производитель подобных технических систем не в состоянии производить всю номенклатуру входящих в них комплектующих, но при этом он должен включить в их состав нужное количество оригинальных изделий, обеспечивающих рыночное производство конечной продукции с ее неоспоримыми потребительскими преимуществами. Оптимальный баланс в таком важном вопросе, как система глобальных цепочек стоимости [100], является важнейшим фактором создания высокоэффективных технологических комплексов.

Сегодняшний и будущий технологический облик цивилизации определяется стремительным развитием информационных технологий, обеспечивающих качественно новые связи внутри общества. Как известно,

развитие кибернетики в послевоенный период превзошло все ожидания и дало основную движущую силу [3]. Сейчас уже очевидна колоссальная пропасть в сферах преобразования вещества и информации. В скором будущем это станет новой планетарной проблемой, а ее решение будет связано с комплексными междисциплинарными задачами механики деформируемого твердого тела, термомеханики, газо- и гидродинамики, тепломассопереноса, оптики, электростатики и электромагнетизма информационных технологий и т. д., а также с разработкой новых подходов ко всем составляющим цикла проектирования и производства новых материалов и изделий.

«Технологические тайны» микромира вместе с крупнотоннажными и затратными переделами в преобразовании вещества являются именно той стартовой платформой, которая должна создать интеллектуальные системы и формы организации их функционирования.

Складывающаяся тенденция свидетельствует о том, что технологическое машиностроение, в частности как основа создания «умных» машин и комплексов, является важнейшим трендом развития мировой экономики на ближайшие десятилетия. На этом основании следует произвести комплексную оценку потенциала модернизации технологической структуры, создать банк потенциально эффективных машин, технологий и комплексов, сформировать национальную стратегию инноваций и разработать план её реализации, а самое главное – приступить к практическим действиям.

Рассмотрим нынешний уровень технологического машиностроения, динамику его формирования и развития. Основного внимания требует правильное понимание искомого вопроса, базу которого определяет алгоритм действий следующего приоритета: сырье → технологии → базовое оборудование → технологический комплекс → производственная структура → готовый продукт. Это структура производственного предприятия, которая является продукцией новой отрасли и должна изначально проектироваться на принципиально новой научно-технологической основе. Складывается почти идеальная ситуация для Беларуси, т. к. даже передовые страны не имеют больших наработок и РБ оказывается в равных стартовых условиях, но значительно отстает в области традиционного машиностроения и автоматизированного проектирования. Необходимо строить принципиально новые заводы, а не реанимировать старые. Это возможно было сделать 30 лет назад, а сейчас бессмысленно.

Но это лишь исходные условия, а главное – организационные вопросы. Беларусь, являясь некрупным государством, может создавать только некоторую часть технологического оборудования мирового уровня. В остальном нужна поддержка других стран, прежде всего России. В такой ситуации видятся большие перспективы и еще большие организационные

сложности и проблемы. Планировать скорые действия не представляется возможным из-за недостаточной подготовленности управленцев. В данном случае уместны слова Президента А. Г. Лукашенко, сказанные им в обращении с ежегодным посланием, в котором говорится, что в Беларуси высшие должностные лица Правительства, губернаторы и прочие руководители не могут сформировать портфель проектов под инновационные проекты [101]. Отсюда главный вывод – формирование отрасли технологического машиностроения в Беларуси (равно и в других странах) возможно только на директивных подходах и на строго научной основе.

6.3 Определяющая роль технологического машиностроения в промышленно-технологическом развитии

Воздействие НИОКР и НТР в целом на мировое экономическое развитие зависит от комплекса условий. Большую роль играет направленность научно-технического прогресса (НТП), определяющая его степень влияния на экономический рост. Различные отрасли по-разному воздействуют на рост; некоторые из них выступают локомотивами роста, обладая сильным мультипликативным эффектом. В качестве наиболее ярких примеров такого влияния можно назвать электричество, автомобиль, телевизор и т. д. [12].

В других случаях НТП, не создавая новых массовых товаров и проявляясь в отраслях, не имеющих большого междисциплинарного эффекта, способствует существенному повышению технического уровня традиционных орудий труда и предметов потребления. Здесь влияние технического прогресса более опосредованно. Расширение рынка достигается через снижение издержек производства.

До 1950–1960 гг. более типичным был НТП первого рода. Тогда технические сдвиги опирались на значительные изменения в отраслевой и производственной структуре, на развитие новых видов потребления и, соответственно, в большей мере влияли на ускорение экономического роста.

В последующие десятилетия НТП в основном проявлялся в виде функциональных сдвигов внутри сложившейся отраслевой и производственной структуры. Так, проведённые исследования показали, что только 8 % продукции, появившейся в конце 1970-х гг. на мировых рынках, было принципиально новой по своим свойствам и 12 % – новой по технологии изготовления. В 1990–2000-е гг. начал возрастать мультипликативный эффект от использования информационной техники. Баланс между имитацией и нововведениями сместился в пользу нововведений [12].

Неравномерное в региональном отношении развитие НТП воздействует на строение мирового хозяйства. Долгосрочное сосредоточение научных исследований и технических нововведений в отдельных странах создает возможности увеличения разрывов в уровнях развития различных стран. Международные рынки продукции научно-технологической сферы не соответствуют потребностям бедных стран и обслуживают интересы только богатых стран. В свою очередь, различия в доходах на душу населения между странами по ряду оценок почти наполовину связаны с использованием научно-технических достижений [12].

Технологические машины предназначены для изменения объектов путём преобразования материалов. Эти машины осуществляют некий процесс, итоговой целью которого является придание материальным объектам таких качеств и характеристик, которые интересуют человека. Сегодня это самые затратные статьи общественного производства, их доля только в энергетическом балансе стран составляет 50–55 % всей вырабатываемой электроэнергии и 35–38 % всех остальных видов энергоресурсов [3].

Проблемы технологического развития при этом обусловлены дефицитом энергии, выработкой и обеднением многих природных ресурсов, экологической неустойчивостью, нехваткой производственных и интеллектуальных возможностей и рядом других негативных факторов. К их числу в первую очередь следует отнести то, что основные идеи, заложенные в технологии переработки сырья и материалов, разработаны ещё в XIX в. и начале XX в. [3].

Фатальный характер сложившейся ситуации заключается в том, что разработанные в то время машины и агрегаты и сегодня являются не только самыми крупными из всех созданных людьми, но и самыми несовершенными, т. к. принцип их действия соответствует знаниям того времени. Описываемая нами область деятельности и до сегодняшнего дня не стала развиваться в направлении высоких технологий и здравого смысла, т. к. занявшим производственную нишу фирмам-производителям невыгодно изменять номенклатуру продукции и создавать принципиально новые объекты техники: в противном случае они теряют своё место на рынке и несут убытки.

К изложенному также следует добавить, что современное производство требует создания не отдельных машин и агрегатов, а высокоэффективных комплексов, каждое из звеньев которых выполняет определённые функции с максимальной эффективностью. Парадокс при этом состоит в необходимости огромных инвестиций на проведение исследований и разработок, которые зачастую наталкиваются на чиновничье невежество и профессиональную безграмотность ряда специалистов.

Следует обратить особое внимание на концепцию реиндустриализации, согласно которой на современном этапе следует ожидать снижения интенсивности промышленного аутсорсинга в развивающиеся экономики, «возвращения» инвестиций ведущих промышленных компаний в развитые страны и повышения доли обрабатывающей промышленности в ВВП этих стран, в первую очередь США и стран ЕС [20].

Хоть возвращение обрабатывающей промышленности в развитые страны во многом обусловлено повышением цены трудовых ресурсов в ведущих развивающихся экономиках, что может вести к замедлению их роста и негативно влиять на состояние глобальных фондовых рынков, оживление промышленного роста в развитых странах будет способствовать улучшению перспектив развития мировой экономики.

Такой «зигзаг» мировой экономики означает только творческий поиск новых путей ее развития после совершённых ошибок на предшествующем этапе развития. Объяснение этому может дать известный метод проб и ошибок, который широко использовался при создании технических объектов на ранних этапах истории их создания. Очевидно, что глобальные экономические модели пока не работают из-за их сложности и несовершенства, а их результатом является определенный «откат» в развитии, что выражено косвенно в последних кризисных ситуациях. По мере своего развития человечество многие из подобных ошибок научится предвидеть и не допускать.

Технологическая сфера производства, связанная с переработкой сырья и материалов, относится к самой отсталой и затратной из всех используемых в промышленности. Аналогичная ситуация в целом для всех стран, даже самых развитых, что даёт основания предсказывать неизбежный прорыв в этой области.

В качестве исходных условий при решении поставленных задач будем считать поиск и оценку источников технологического потенциала в добывающих и перерабатывающих отраслях народного хозяйства, например, таких как переработка и преобразование различных материалов для получения новой продукции. Это основной и наиболее определяющий этап энергоэффективности, т. к. именно здесь совершается наибольшая работа и производится целевой продукт.

Идеологической базой в основе подходов является энерготехнологическая концепция национальной безопасности (ЭТК). Суть ЭТК заключается в межотраслевом анализе технологических стадий производства, выборе наиболее значимых из них по уровню энергозатратности и оценке по критерию потенциала практической реализации с возможностью оптимального решения.

Под понятием собственно «энерготехнологическая концепция» следует понимать системный анализ, организацию, создание, функционирование и совершенствование методов, средств и систем создания новых материалов, технологий, оборудования, производственных комплексов и продукции жизнедеятельности на условиях минимального энерго- и ресурсопотребления, высокой конкурентоспособности и экологичности. Основная задача концепции – предложить новые механизмы модернизации экономики.

Выполненный авторами межотраслевой анализ работы технологических комплексов показывает, что неучтённый и реально осуществимый потенциал энергосбережения таких комплексов составляет не менее 15–20 % всей электроэнергии и 5–8 % других видов энергоресурсов. Совокупная примерная оценка доли технологического машиностроения в ВВП с учётом внутреннего рынка, экспорта и резервов энерго- и ресурсосбережения, а также рационального природопользования имеет тенденции к росту до 15–20 %.

Экономика Беларуси остро нуждается в структурном реформировании ее базовых отраслей, в первую очередь машиностроения. Неустойчивость переходного периода, известные экономические, финансовые, кадровые и административные проблемы, отсутствие собственного опыта крупных технологических реформ тормозят глобальную перестройку промышленного комплекса. Видятся огромные и многоплановые задачи. Во-первых, стране требуется индустриализация, без чего технически просто не выжить, во-вторых, нужны прорывные национальные масштабные направления (уверены, что технологическое машиностроение именно таковым и является), в-третьих, следует формировать новые наукоемкие отрасли VI технологического уклада. В любом из этих направлений главная цель – создание конкурентоспособной продукции с высокой прибавочной стоимостью.

Обобщая высказанные предложения и доводы, можно отметить, что развитие отрасли технологического машиностроения в Беларуси имеет необходимые экономическую и технологическую причины. В новых энергоэффективных технологических машинах нуждаются все отрасли промышленности. Это позволяет увеличивать экспорт продукции и создавать новые рабочие места, но главное – осуществлять комплексную перестройку экономики на основе V технологического уклада и активно интегрироваться в международное разделение труда на базе конкурентоспособных преимуществ в ряде новейших научно-технологических направлений.

Следует сформировать новое мышление в сфере инновационной модернизации промышленности. При этом видятся два основных сценария

развития. Первый – традиционный, основанный на принципах поэтапной модернизации, широко распространённый и не очень эффективный, второй – интенсивный, с директивным решением проблем и созданием принципиально новых объектов техники.

Отдельно рассмотрим рынок продукции проектирования технологических комплексов и заводов. Это ниша чисто интеллектуального продукта подобна разработке программ для ЭВМ, систем проектирования и АСУ, начинает формироваться только сейчас и обещает большие экономические и социальные выгоды его создателям. При этом результирующее правило конкурентной борьбы в инновационной сфере – преимущество наступающих.

1 **Материаловедение.** Это изучение свойств природных и техногенных материалов, поиск путей их эффективной переработки, анализ потенциала использования и синтез принципиально новых продуктов и изделий с новыми потребительскими свойствами. Это множество исследований и разработок, здесь неизбежны революционные прорывы и достижения, что, в свою очередь, потребует создания соответствующего им по новизне и уровню инновационности технологического оборудования.

2 **Ресурсообеспеченность.** Важность этого направления естественным образом вытекает из неуклонного роста народонаселения и ограниченности природных ресурсов: воды, плодородной почвы, полезных ископаемых, лесных насаждений, чистого воздуха и многих других. В нынешних условиях при существующем демографическом положении должен доминировать основной принцип – рациональная добыча, эффективная переработка и экономное использование всех ресурсов, что невозможно без коренной модернизации соответствующей производственной инфраструктуры, а значит, и технологического оборудования. Спектр решаемых задач в сфере ресурсосбережения безграничен, а вот их нерешенность – главная угроза человечеству.

3 **Энергообеспеченность.** Энергетические ресурсы включают в себя различные виды топлива и источников энергии, выработки, преобразования и использования соответствующих видов энергии. Энергообеспеченность будет тем выше, чем меньше потребление энергии, что по определению является функцией мероприятий по энергосбережению и рациональному ее использованию и во многом зависит от применения энергоэффективных технологий, машин и комплексов, особенно в крупнотоннажных производствах, где потенциал энергосбережения колоссален.

4 **Производство продуктов питания.** Широкий спектр пищевой продукции и развитая сеть технологий их переработки в сочетании с дефицитом первичного качественного сырья (плодов, зерна, мяса, молока и др.) вынуждает производителей широко использовать другие материалы,

как правило, с меньшей пищевой ценностью. Этот процесс идет параллельно с развитием оборудования, которое отличается большим конструктивным многообразием и нуждается в постоянной модернизации, в том числе с целью максимального использования полезных свойств продуктов.

5 Экология. Экологическая безопасность и рациональное природопользование представляют собой важный фактор устойчивого развития. В этой сфере множество актуальных задач: защита окружающей среды, комплексная переработка промышленных и бытовых отходов, создание безотходных технологий, обеспечение безопасных условий труда, получение чистых продуктов питания и ряд других. Осуществление поставленных задач базируется на применении оборудования и технологических средств, которые должны учитывать специфику решаемых проблем и достигать требуемых показателей в части устранения негативных воздействий.

6 Промышленные технологии и комплексы. Индустриализация производственной сферы привела к созданию крупных промышленных технологий и комплексов: цементных, силикатных и керамических заводов, горнодобывающих предприятий, химических комбинатов, комплексов по производству металла, удобрений, продуктов питания, боеприпасов и т. д. Все они базируются на многостадийной обработке материалов, состоят из набора сложного и крупного оборудования, которое отличается низкой технологической и энергетической эффективностью и имеет большой потенциал модернизации. Сейчас эта сфера производства является самой архаичной из всех используемых человеком, и поэтому ее следует рассматривать как наиболее перспективную для решения глобальных проблем энерго- и ресурсосбережения, снижения капитальных затрат, удешевления производства, а в итоге – улучшения базовых показателей ВВП. Используемое оборудование является наиболее крупным из всего созданного в мире.

Согласно представленной информации, решение стоящих перед нашим сообществом приоритетных задач основывается на соответствующих машинах и технологическом оборудовании. По функциональной структуре, особым условиям проектирования, изготовления и ввода в эксплуатацию их следует вынести в самостоятельную группу, которая может служить основой формирования новой отрасли – технологического машиностроения. Авторам представляется такой организационный путь не только реально возможным, но и наиболее перспективным и экономически выгодным.

Обоснование выдвинутых авторами предложений буквально сводится к следующим условиям:

– технологическое оборудование необходимо проектировать как «умные» машины, что требует большого объема не только специфических, но и фундаментальных знаний, в том числе в области материаловедения;

– технологические комплексы состоят из различных машин и агрегатов, образующих сложные вариативно функционирующие технологические цепи, а это означает, что для их создания нужны мощные научно-технологические центры с хорошей исследовательской и испытательной базой;

– производственные мощности для выпуска технологического оборудования должны иметь мощный, быстро перенастраиваемый станочный парк и большой спектр технологий машиностроительного профиля;

– профессиональная подготовка специалистов в области технологического машиностроения, особенно проектировщиков, требует особых компетенций и связана с дополнительными требованиями к их вузовской подготовке;

– действующая практика осуществления производства технологического оборудования не отвечает условиям его эффективной эксплуатации и новым задачам в части его эволюционного развития.

Важными факторами реиндустриализации можно считать неизбежную трансформацию рынка энергоресурсов, близость рынка сбыта продукции и, несомненно, наличие квалифицированного персонала. Именно по этой причине анализ новых отраслей представляет собой особый интерес с точки зрения выявления перспективных технологических секторов, которые станут источниками экономического роста в обозримой перспективе. В этих условиях новое содержание должна получить промышленная политика, целью которой следует считать создание институциональных условий, благоприятных для развития новых секторов экономики.

Таким образом, можно сделать заключение о том, что отрасль технологического машиностроения органически вписывается в концепцию создания передовых производственных технологий и индустриализации промышленности, а ее неизбежное формирование и выделение в самостоятельную отрасль может произойти в ближайшие десятилетия.

Создание отрасли технологического машиностроения позволит оперативно решать задачи опережающего развития, устранять экологические угрозы, формировать новые прогрессивные производственные кластеры и – самое главное – обеспечивать высокий жизненный уровень населения.

Основным резервом снижения издержек общественного производства является совершенствование технологий комплексной переработки сырья и материалов и получение продуктов, необходимых для удовлетворения потребностей человека. Реализация такого потенциала без перевода наиболее крупных и затратных предприятий из всех существующих на новый уровень развития невозможна, а прорыв связан с формированием новой отрасли – технологического машиностроения. Глобальный прогноз мировой экономики делает такой путь развития неизбежным.

7 Энергетическая и ресурсная основы технологического развития

7.1 Энергетический фактор инновационного развития общества и его определяющая роль в эффективности производства

Движущей силой проведения любых технологических процессов является энергия. Форм её практического использования может быть несколько, основные из них – электрическая энергия, тепловая энергия, пар, горячий воздух, горячая вода, сжатый воздух (газ) и вода, а также их производные [102].

В зависимости от физической основы того или иного процесса используются различные виды энергии. Например, подача энергии к приводу вращающейся печи осуществляется электрическим мотором, а непосредственно при обжиге клинкера используется тепло от сжигания топлива. Такие комбинации, обусловленные различными требованиями, сопровождают современные процессы, осуществляемые в технологических машинах. Спектр этих комбинаций, равно как и форма использования энергии, будет только расширяться, и альтернатив пока не предвидится.

Макроструктура любой национальной экономики включает комплекс подсистем и компонентов, которые в ходе многолетней хозяйственной практики интегрируются в такие структурные образования, как секторы, отрасли, хозяйственные комплексы и др. В большинстве стран мира, относящихся к разным типам экономики, наблюдается одна и та же закономерность: с ростом уровня дохода на душу населения добывающий сектор постепенно теряет свою ведущую роль в экономике страны, уступая её сначала обрабатывающей промышленности, а затем сфере услуг. Эти два важнейших структурных сдвига обычно считаются необходимыми стадиями экономического развития каждой страны – индустриализации и постиндустриализации [20, 43].

Современная структура экономик постсоветских стран характеризуется доминированием отраслей III и IV технологических укладов, в том числе материало- и энергоёмких производств – металлургической, топливной, нефтехимической промышленности – и слабо развитым сельским хозяйством. При такой структуре экономики низкая энергоэффективность производства и его технологическая отсталость представляют угрозу национальной безопасности в экономической сфере, связанную в первую очередь с рисками неблагоприятного изменения цен и конъюнктуры мирового рынка.

Рост энергетических рисков – важный, но не единственный повод для проведения инновационных структурных реформ. Не менее значимым

является технологический фактор, определяющий эффективность всех производственных процессов в экономике, особенно в её базовых отраслях. Наглядное представление о позиционировании экономик разных стран в мировом масштабе в части энергоёмкости ВВП и самообеспеченности ТЭР дает рисунок 7.1 [67]. На нём координаты точек (страны) определяются показателями самообеспеченности страны топливно-энергетическими ресурсами (в относительных единицах) и энергоёмкости ВВП (в килограммах нефтяного эквивалента на доллар США по ППС). Первый показатель характеризуется отношением производства топлива и энергии к его валовому потреблению: если он превышает 1, то страна является чистым экспортером. Оба показателя отмечены на логарифмических шкалах, что упрощает сопоставимость далеко стоящих друг от друга их значений. За точку пересечения шкал энергоёмкости и самообеспеченности принята координата, соответствующая среднемировому значению данных показателей.

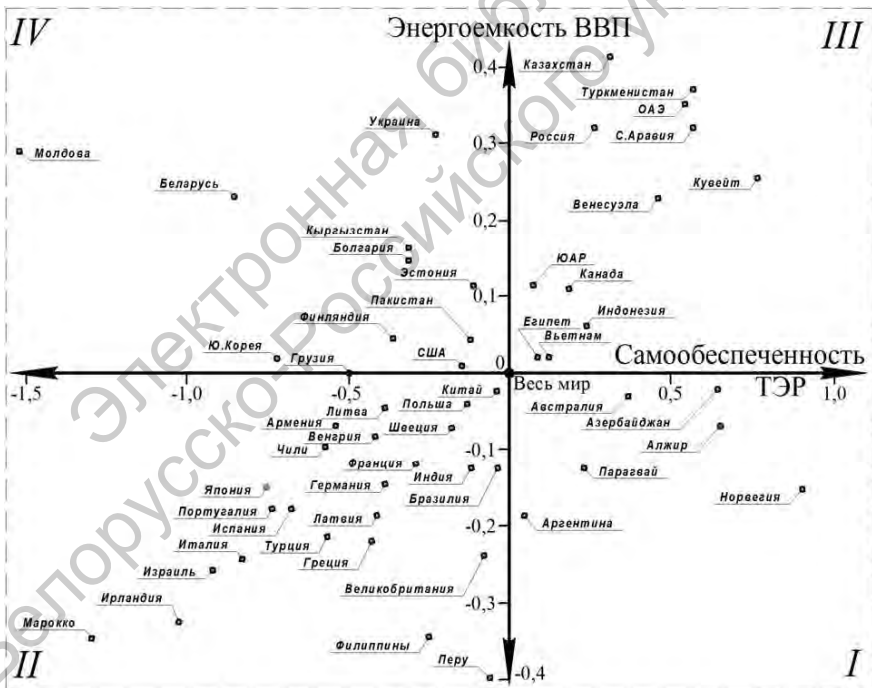


Рисунок 7.1 – Позиционирование экономик различных стран в мировом масштабе в части энергоёмкости ВВП и самообеспеченности ТЭР

Четыре квадранта на рисунке 7.1 характеризуют варианты возможных подходов для обеспечения энергетической безопасности различных государств. При наличии необходимого количества собственных ТЭР показатель энергоёмкости ВВП не является критически важным для макроэкономической стабильности, поскольку высокий уровень потребления ТЭР внутри страны не приводит к росту затрат на импортируемое топливо. Примером может служить, например, Казахстан. При дефиците собственных ТЭР государство обеспечивает свою энергетическую безопасность преимущественно за счет снижения энергоёмкости ВВП (страны Евросоюза, Япония, Республика Корея).

Наименьший уровень энергетической безопасности (IV квадрант) характерен для группы стран с высокой энергоёмкостью ВВП, одновременно относимых к чистым импортерам ТЭР. Одной из таких стран с наименьшим уровнем энергетической безопасности является Республика Беларусь [67]. Отсюда проблемная ситуация в экономике и сложная задача для белорусской промышленности и ЖКХ по снижению энергопотребления.

Следует обратить внимание на базовый сценарий развития мировой энергетики, данный ИНЭИ РАН [103], представленный в виде этапов развития ее компонентов на период до 2040 г. (рисунок 7.2) и учитывающий все виды энергопотребления. К 2040 г. заметно изменится региональная структура энергопотребления – с ростом населения в развивающихся странах идет всё более активное смещение центров энергопотребления, в то время как развитые страны к 2040 г. увеличат энергопотребление лишь на 3 %, а США и остальные страны ОЭСР после 2020 г. его прирост остановят. Китай сохранит абсолютные приросты, а среднегодовые темпы роста снизятся до 2,9 %. Остальные развивающиеся страны будут характеризоваться полуторным ростом: при замедлении темпов роста абсолютное наращивание ими первичного энергопотребления обеспечит 60 % мирового роста.

По мнению авторов, такой сценарий развития мировой энергетики является очень опасным и любой ценой мировое сообщество должно стремиться уменьшить энергопотребление, в т. ч. и жесткими директивными методами, по крайней мере на 15–20 % относительно сделанного прогноза. Это одна из фундаментальных задач, которая стоит перед мировым сообществом и которая требует незамедлительного решения.

Согласно концепции «зеленой» экономики, с учетом прогноза экспертов ЮНЭП [104] при инвестировании в соответствующие технологии около 1,3 трлн долл. допускается сокращение потребностей мировой экономики в энергии на 48 % к 2050 г. по сравнению с базовым сценарием. Это вполне согласуется с авторской оценкой развития событий и звучит даже гораздо более оптимистично, однако инерционность научно-техни-

ческого развития и турбулентность политических, экономических и даже климатических факторов могут не оправдать любой прогноз [105]. В этих условиях решающую роль могут сыграть организационные структуры, входящие в состав ООН.

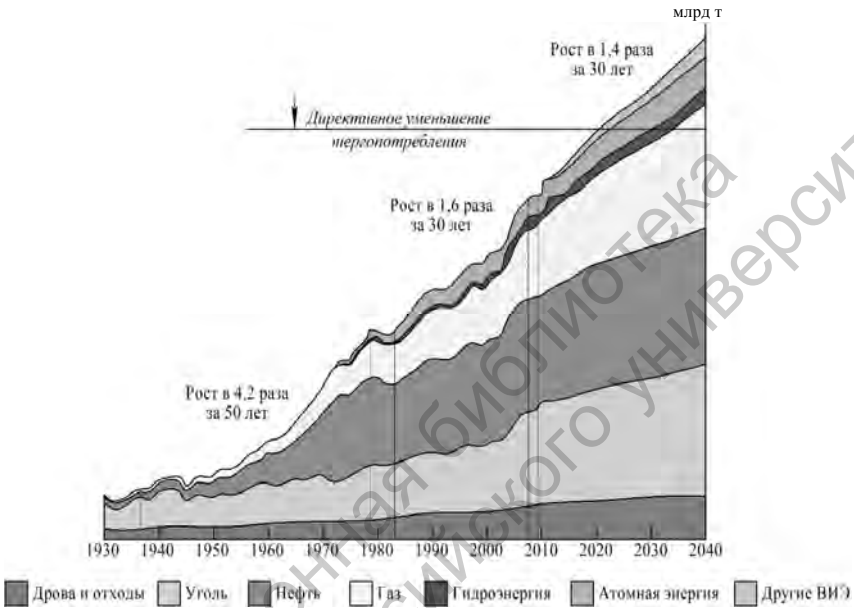


Рисунок 7.2 – Перспективы развития мировой энергетики до 2040 г.

Согласно изложенному, требуется незамедлительный поиск новых источников энергосбережения, особенно для производственного сектора экономики. И это очередная цивилизационная задача, которую предстоит решать всем странам. Беларуси также предстоит добиваться кардинального снижения энергопотребления в очень тяжелых экономических условиях. Необходимы новые организационные подходы, эффективные технические и технологические решения энергозатратных производственных задач, обновление старого парка промышленного оборудования, внедрение отечественных научно-технических разработок, а также выполнение большого количества работ системного характера по энергосбережению в общенациональном масштабе.

Рассмотрим Государственную программу «Энергосбережение» Республики Беларусь на 2016–2020 гг. Первое, на что следует обратить внимание – явно заниженные показатели по энергосбережению, в част-

ности, снижение за 5 лет энергоемкости ВВП на только 2 % при увеличении потребления ТЭР примерно на 4 млн т. условного топлива. По нашему мнению, это явная диспропорция, которая совершенно не соответствует возможностям народного хозяйства в сфере комплексного энергосбережения. Подобная политика не может способствовать проведению эффективных мероприятий прежде всего на крупных промышленных предприятиях, которые по определению должны служить главными источниками энергосбережения.

Строительство атомной электростанции в г. Островец Гродненской области позволит не только улучшить электрообеспечение страны, но и значительно сократить расход природного газа, однако это не снимает основные проблемы в области энергетической безопасности. Главная угроза состоит в отсутствии четкой стратегии, комплексного плана перевооружения производственной сферы. Реализованный до недавнего времени потенциал энергосбережения затрагивал ту его часть, которая не требовала больших затрат. Сегодня необходимы другие технологические условия, новые организационные решения и значительные финансовые ресурсы.

7.2 Ресурсная база сырья и материалов, ее состояние и проблемы рационального использования

Современный этап развития мирового хозяйства отличается возрастающими масштабами потребления природных ресурсов, резким усложнением процесса взаимодействия природы и общества, интенсификацией и расширением сферы проявления специфических природно-антропогенных процессов, возникающих вследствие техногенного воздействия на природу. В связи с этим большое значение приобретает использование природно-ресурсного потенциала мира в целом, отдельных материков, стран, анализ систем хозяйственного применения, сложившихся в различных социально-экономических структурах современного мирового сообщества, разработка представлений о рациональном и оптимальном освоении природных богатств.

Одной из центральных проблем современности является обеспечение населения земного шара и отдельных стран необходимыми природными ресурсами в настоящее время, в ближайшей и отдаленной перспективе. Эта проблема приобретает особую актуальность по мере роста дефицита и истощения многих видов природного сырья. В ряде регионов планеты обозначились энергетические, продовольственные, сырьевые и другие кризисные ситуации в сфере обеспеченности ресурсами [9, 12].

Развитие всемирного хозяйства базируется на значительных запасах природных ресурсов, которыми всё ещё располагает человечество,

несмотря на все более интенсивное их использование. Именно поэтому, особенно сегодня, их роль в мировой экономике переоценить невозможно.

Природные ресурсы – это элементы природы, применяемые в хозяйстве, являющиеся средствами существования человеческого общества: почвенный покров, атмосферный воздух, полезные сельскохозяйственные или дикие растения, животные, полезные ископаемые, вода для водоснабжения и орошения, для промышленности, энергетики и транспорта, лесные ресурсы, благоприятные климатические условия, главным образом, тепло и влага осадков, энергия ветра и ряд других.

Природные ресурсы – это пространственно-временная категория, их объем разный в различных районах земного шара и на разных стадиях социально-экономического развития общества. При этом в мировой практике при определении природно-ресурсных запасов принято выделять несколько категорий по степени технической и экономической доступности и изученности [9]. Их состав, объемы и возможности использования для целого ряда стран являются источником экономического роста и социального благополучия.

Доступные (доказанные, т. е. реальные) запасы – это объемы природного ресурса, выявленные современными методами разведки или обследования, технически доступные и экономически рентабельные для освоения.

Потенциальные (общие) ресурсы – это ресурсы, установленные на основе теоретических расчетов, рекогносцировочных обследований и включающие, помимо точно установленных с возможностью технического извлечения запасов природного сырья или резервов, еще и ту их часть, которую в настоящее время освоить нельзя по техническим и экономическим соображениям. Потенциальные ресурсы называют ресурсами будущего, т. к. их хозяйственное освоение станет возможным только в условиях качественно нового научно-технического развития общества.

В развитии мирового хозяйства важную роль играет комплекс проблем, связанных с использованием минеральных ресурсов. Экономические потрясения середины 1970-х гг. свидетельствует о том, что в определенных условиях такие проблемы могут серьезно воздействовать на весь ход экономического развития, отрицательно влиять на состояние производственной, валютно-финансовой, внешнеэкономической и других сфер целого ряда государств.

Производство и потребление минеральных ресурсов стало мировым, охватывающим через международное разделение труда все страны. Минеральное сырье представляет собой исходный материал любого производственного процесса, его основу. Удельный вес сырья широко колеблется

в зависимости от продукции: в стоимости машиностроения он составляет 10–12 %, в продукции основного химического синтеза – 80–90 % [12].

Добывающие отрасли занимают значительное место в мировом производстве – 11 % ВМП. На их долю приходится 1/3 промышленной продукции. Минеральные ресурсы играли значительную роль в экономике многих стран, являясь одним из источников богатства и дохода. В длительной ретроспективе открытие новых минералов, сплавов, новых методов извлечения и производства минералов оказывало важное влияние на промышленное развитие и потребление. В последние десятилетия в большинстве развитых стран квалифицированная рабочая сила и капитальные ресурсы стали более значимыми составляющими национального богатства, чем минеральные ресурсы.

Рост производства в мире сопровождается значительным увеличением потребления большинства видов сырья и материалов. Для характеристики его масштабов следует отметить, что только за 1945–1975 гг. минерального сырья в мире было использовано примерно столько же, сколько за всю предыдущую историю человечества. В развитых странах за этот период при общем удлинении промышленного производства в 3,5 раза объем среднегодового потребления металлов возрос примерно втрое, горно-химического сырья – в 3,5 раза, источников энергии (нефть, газ, уголь, уран) – в 2,6 раза. Тенденция относительного сокращения потребления сырья продолжилась в 1990-е гг. [12].

Динамику потребления сырья определяют главным образом следующие факторы:

- уровень материального производства, общий рост которого действует в сторону абсолютного увеличения потребностей и сырья;
- научно-технический прогресс, воздействие которого проявляется в относительном снижении уровня и изменении структуры затрат на единицу конечной продукции.

Взаимосвязь между развитием производства и потреблением сырья представляется довольно очевидной. Рост материального производства ведет к абсолютному повышению потребностей в большинстве видов минерального сырья. Сложнее влияние НТП на этот процесс. Его воздействие проявляется двояко (через изменение структуры конкретной продукции, с одной стороны, и путем совершенствования технологии производства, с другой), что неодинаково сказывается на динамике потребления отдельных видов минерального сырья.

Изменения структуры экономики в ходе НТП в связи с опережающим развитием новейших отраслей промышленности (электронная, авиакосмическая и др.), качественное совершенствование продукции и повышение эффективности традиционных отраслей сопровождаются

резким спросом на легкие и редкие металлы. Их потребление опережает темпы экономического развития в целом. В древние времена в своих практических целях человек довольствовался лишь 18 химическими элементами, в XVIII в. – 29, а в середине XX в. – 80 элементами [12]. Развитие современных производств потребовало применения в технике почти всех элементов таблицы Д. И. Менделеева. Редкие металлы и редкоземельные элементы стали одним из важнейших факторов научно-технического прогресса, а уровень их потребления – одним из показателей промышленного развития, его соответствия современному уровню индустриального производства.

Рациональное использование минерального сырья привело к значительному снижению темпов роста потребления и производства большинства его традиционных видов. В 1970–1990-е гг. при значительном росте промышленного производства мировая добыча минерального сырья на душу населения сократилась, хотя абсолютные размеры производства возросли.

Определенное понижающее влияние на динамику потребления минерального сырья оказывает конкуренция заменителей – синтетических видов сырья. Однако переоценивать роль заменителей в настоящее время вряд ли правомерно. Их воздействие ведет лишь к снижению темпов прироста основных металлов и химических соединений, но не к вытеснению их из основных сфер применения. Увеличение емкости рынка, как правило, создает условия для роста потребления всех металлов. Сталь и основные цветные металлы продолжают играть ключевую роль в удовлетворении потребностей современного хозяйства в металлах. На них приходится свыше 95 % суммарного потребления всех металлов по стоимости, в том числе на сталь – 80 %, медь – 6 %, алюминий – 5 %, цинк – 2 %. Группа металлов в добывающей промышленности в 1980–1990-е гг. росла наиболее высокими темпами [12].

Рост масштабов потребления не может не усиливать давления на ресурсный потенциал планеты, что объективно действует в сторону обострения проблем ресурсопользования. В связи с этим одним из важнейших стоит вопрос о том, насколько велики ресурсы Земли. О том, что минеральные ресурсы Земли не безграничны, известно давно. Отличительная их черта в том, что они конечны и их предельная величина определяется общим содержанием того или иного элемента в земной коре и мировом океане. Таким образом, теоретически существует возможность физического истощения минеральных ресурсов при их длительной и интенсивной разработке. Но если исходить из предельной величины, то содержание большинства элементов в земной коре в тысячи и миллионы раз превышает современный уровень их потребления.

С экономической точки зрения важны в первую очередь промышленные запасы полезных ископаемых, т. е. наиболее качественные и хорошо разведанные запасы, рентабельные для освоения при существующем уровне цен и технических знаний. Обычно сюда относят достоверные, вероятные и в ряде случаев возможные для промышленного освоения запасы. Ресурсы этой категории относительно ограничены. Так, отношение общей величины промышленных запасов к среднегодовому уровню добычи соответствующего вида сырья в мире на конец 1990-х гг. составляло по железной руде примерно 250 лет, никелю – 76, алюминию – 280, меди – 60, углю, природному газу и нефти – соответственно 400, 71 и 45 лет [12]. С учетом увеличивающегося роста добычи кратность запасов этих категорий существенно меньше.

Отмеченное часто используется как свидетельство предстоящего быстрого истощения наиболее качественных запасов полезных ископаемых, как аргумент в пользу неизбежного удорожания сырья по мере перехода к эксплуатации все более бедных месторождений. Если показатель, характеризующий отношение промышленных запасов к уровню добычи, рассматривать в статике, то, действительно, все свидетельствует об истощении. Однако положение совершенно изменяется при рассмотрении данного отношения в динамике. Во второй половине прошлого столетия величина объемов минеральных ресурсов промышленной категории в мире увеличивалась быстрыми темпами как в результате проведения геолого-разведочных работ, так и за счет НТП в добывающей промышленности, позволяющего вовлекать в эксплуатацию более бедные руды и другие полезные ископаемые.

Считается, что ресурсы промышленной категории увеличиваются в геометрической прогрессии при снижении процентного содержания полезного компонента в руде на единицу измерения. Так, переход к использованию более бедных руд, наряду с разведкой новых месторождений и более экономным их использованием, привел, к примеру, к увеличению мировых запасов меди в 1970–1990-е гг. в 1,17 раза, запасов бокситов – в 4,7 раза [12].

Анализ показывает, что темпы прироста промышленных запасов почти всех видов минеральных ресурсов, как правило, превосходили темпы прироста добычи соответствующих видов сырья в мировом хозяйстве. Характерен пример с медью. В 1950 г. ее обеспеченность составляла 35 лет, а в 1985 г. – 60 лет. Цена меди за этот же период относительно общего индекса цен существенно не изменилась. Это верно даже для нефти, хотя именно в отношении ее многие специалисты сходятся на том, что ресурсы при сохранении современных тенденций потребления в видимой перспек-

тиве могут быть исчерпаны. В 1970–1990 гг. произошло небольшое сокращение запасов никеля – на 10 %.

В целом в мире обеспеченность промышленными запасами минеральных ресурсов считается достаточной с точки зрения удовлетворения потребностей текущего хозяйственного развития. Более того, размеры этих запасов, их кратность по отношению к добыче могут быть существенным образом увеличены как на территориях слабоизученных, так и хорошо известных районов. Анализ обеспеченности мира минеральными ресурсами показывает, что нет серьезных оснований для пессимизма в отношении запасов, рентабельных для освоения при современном уровне цен и технических знаний.

Проблема обеспечения экономического развития минеральным сырьем с каждым годом становится все более острой и трудно разрешимой, затрагивающей интересы почти всех развитых и развивающихся стран. Причиной этого является неуклонное сокращение богатых и относительно доступных в технологическом и экономическом отношении источников минерального сырья, а также неустойчивость его импорта вследствие постоянно возникающих финансовых и политических ограничений. Отсюда создание и удержание надежных устойчивых межгосударственных и внутренних региональных систем снабжения различными видами минерального сырья становится одной из наиболее актуальных задач. Многие вопросы этой проблемы являются актуальными и для РБ.

В Беларуси имеются значительные запасы некоторых видов минерально-сырьевых ресурсов. Здесь сосредоточены огромные запасы прежде всего калийных солей, каменной соли, доломита, мела и мергельно-меловых пород, сырья для производства строительных материалов, торфа, сапропелей и др., по масштабам некоторых из них РБ может соперничать с отдельными континентами. На базе разведанных месторождений полезных ископаемых созданы предприятия и производственные мощности по добыче нефти, торфа, каменной соли, производства калийных и доломитовых удобрений, разнообразных строительных материалов, пресных и минеральных подземных вод. Вместе с тем развитие минерально-сырьевого сектора экономики РБ в условиях растущего потребления минерального сырья не сопровождается изменением структуры потребления минеральных ресурсов, устранением потерь при освоении месторождений полезных ископаемых и экономным их использованием в целом [106].

Промышленность Беларуси не имеет собственных баз для производства черных и цветных металлов, нет месторождений энергетических качественных углей, недостаточно разведанных запасов нефти, отсутствуют источники многих других видов природных ископаемых, что свидетельствует о недостаточной обеспеченности нашей экономики минерально-

сырьевыми ресурсами, за исключением сырья для производства строительных материалов, калийной и поваренной соли. Остальные разведанные или используемые полезные ископаемые, хоть и находят определенное промышленное использование, но существенного значения для экономики не имеют.

Следует отметить, что в геологическом отношении территория страны изучена очень слабо, что предполагает в дальнейшем открытие новых месторождений различных видов полезных ископаемых.

Известно, что для удовлетворения своих нужд на каждого человека планеты извлекается из недр около 20 т природного сырья, из которого до 90–98 % поступает в отходы [107]. Разрушающая деятельность человека уже сейчас превышает возможности биосферы компенсировать ущерб от техногенной деятельности естественным путем. По данным ООН, общее количество только строительных материалов, выпускаемых в мире, составляет 11 млрд т/год [108, 109]. В то же время при обогащении и переработке полезных материалов только 10 % отходов используются при производстве строительных материалов или в иных целях. По оценкам специалистов, до 60–90 % твердых отходов промышленности может быть использовано именно при производстве строительных материалов и выполнении строительных работ.

Из всего добываемого минерального сырья, объем которого составляет около 150 млрд т/год, в качестве полезных компонентов используются всего лишь 2 %, остальные 98 % в химически мало изменённом состоянии составляют отходы [10]. Проблема переработки отходов носит ресурсный, энергетический и экономический характер. В [110] понимание этой проблемы представляется следующим образом: «Излагая проблемы отходов, хочется напомнить о том, что на первом месте по приоритетности стоит проблема охраны окружающей природной среды и здоровье населения, а не те деньги, которые могли бы сэкономить предприятия, используя бесплатные отходы вместо дорогого природного сырья».

Минимальным промышленным содержанием считается такое содержание ценного компонента, стоимость которого при извлечении его из недр и обогащения обеспечивает возврат всех затрат на эти процессы. Например, минимальное промышленное содержание меди в руде должно быть не менее 0,5 % с учетом типа руды и способа ее переработки, свинца – 1 %, цинка – 1,5 %, вольфрама – 0,15 % [111]. Расчёт показывает, какое количество горной массы требуется переработать, чтобы получить нужное количество целевых компонентов. К этому следует добавить огромные объемы материалов вскрыши, причем толщина вскрыши зачастую превышает многие десятки метров.

7.3 Значение отрасли технологического машиностроения для комплексного решения задач энерго- и ресурсосбережения и экологической безопасности

Технологическое машиностроение (ТМ) в том виде, в котором оно понимается и предлагается к обсуждению авторами, является максимальной степенью глобализации в создании новейших систем орудий труда, на которые только способно человечество на разворачивающемся витке цивилизационного развития. Это конкретная форма организации общественного труда на основе научно-технического прогресса в эволюции нравственно-философского понимания истории.

Важнейшей функцией отрасли ТМ является решение триединой, фундаментальной по своей сути, задачи. Во-первых, разработать принципиально новые подходы в проектировании максимально эффективных технологических процессов, машин и комплексов, во-вторых, сформировать и обосновать для широкой общественности форму, структуру и экономическую значимость рассматриваемой отрасли и, в-третьих, не только подготовить необходимые обоснования и убедить правящие элиты и финансовые органы в необходимости выделения технологического машиностроения в самостоятельную отрасль промышленности, но и предоставить ей роль лидера в технологическом развитии при условии понимания того, что это главное направление комплексного решения проблем энерго- и ресурсосбережения и экологической безопасности.

Под оптимально спроектированными технологическими комплексами следует понимать не наборы взаимосвязанных между собой отдельных агрегатов и установок, а синергетически построенные технологические организмы высшего порядка, выполненные на основе биологических законов природы и предназначенные для максимально эффективного удовлетворения потребности человека в сфере добычи, переработки и использования сырья, материалов и регенерации всех видов отходов с минимальной нагрузкой на биосферу.

Базой для обоснования необходимости создания отрасли технологического машиностроения может служить энерготехнологическая концепция устойчивого развития, которая позволяет выделить наиболее значимые потенциалы энерго- и ресурсосбережения. Межотраслевой анализ технологического уровня базовых отраслей промышленности показал [7], что эти потенциалы огромны по своим абсолютным значениям и их реализация соответствует современным возможностям науки и техники [6].

Главное препятствие, которое при этом необходимо преодолеть, связано, во-первых, с достоверной оценкой потенциала повышения эффективности соответствующих производств, во-вторых, со всесторонним обоснованием подходов его практической реализации на основе создания

принципиально новых технологий, машин и комплексов и, в-третьих – это самое главное – с созданием управленческой структуры, которая должна аккумулировать в себе все основные функции организации, планирования и управления отраслью (подотраслью) технологического машиностроения.

Функционирование отрасли технологического машиностроения позволит сконцентрировать все важнейшие научные, конструкторские и технологические разработки в едином центре, что в совокупности с централизованным управлением даст возможность оптимизировать процессы проектирования и производства нового оборудования. Наличие мощной научно-производственной базы открывает дополнительные возможности работать на опережение и представлять потребителям такие проекты, которые после их реализации обеспечат им максимальную эффективность и экономическую выгоду.

Важным следует признать понимание того, что главный резерв энергосбережения сосредоточен на предприятиях с большим объемом переработки материалов, например, на цементных заводах или горно-обогатительных комбинатах. К сожалению, нынешняя практика функционирования таких предприятий с преобладанием капиталоемкого и крупногабаритного оборудования не позволяет их масштабно модернизировать. Это связано как с размерностью производителей разработчиков отдельных видов оборудования, так и с большой стоимостью проекта. Создаваемое на новой основе оборудование будет не только более эффективным, но и более дешевым.

Аналогичным образом характеризуется и ситуация с решением задачи ресурсосбережения, причём значительная часть четко коррелируется с вопросами энергосбережения. Например, перенос стадии тонкого помола цемента в стадию его механоактивации непосредственно перед затворением водой позволяет не только снизить затраты на помол или повысить марку бетона, но и сэкономить значительное количество дорогостоящего вяжущего. Таких комбинаций может быть множество, важно только правильно организовать их совмещение между собой для реализации в производственных условиях.

В составе отрасли технологического машиностроения будут функционировать организации, непосредственно связанные с поиском новых направлений энерго- и ресурсосбережения. В частности, это могут быть возобновляемые источники энергии для прямого использования энергии ветра в технологических процессах, методы функционального проектирования технологических комплексов, поиск ранее неизвестных эффектов в технологических процессах переработки сырья и материалов и т. д. Задающая на ближайшие десятилетия технологическая глобализация как важный фактор эволюции мировой экономики способствует повышению

уровня производственной концентрации и сосредоточению выпуска важнейших видов машин и оборудования в крупных компаниях или странах. Это предоставляет дополнительные возможности по созданию принципиально новых видов машин и комплексов для базовых отраслей промышленности, которые способны решать самые сложные задачи в области энерго- и ресурсосбережения.

Отрасль технологического машиностроения, отвечая требованиям повышения капиталоемкости выпуска новой продукции, способна контролировать огромные финансовые ресурсы, дающие возможность проектировать и выпускать самые эффективные машины и комплексы. Значимым фактором, способствующим такому положению, можно считать ресурс централизованного управления, заключающийся в том, что уровень решаемых проблем при правильной директивной их постановке обеспечит существенное повышение эффективности работы большого числа технологических машин и производственных комплексов в целом.

Движущей силой наиболее значимых инноваций в сфере энерго- и ресурсосбережения будут выступать так называемые передовые производственные технологии (ППТ) [20, 112]. Острота экономических проблем наиболее развитых стран, поиск ими новых приоритетов роста при одновременном нарастании энергетических ресурсных и экологических угроз направили интересы правящих кругов на проблематику реиндустриализации и на развитие аддитивных технологий, передовых материалов, интеллектуальных систем, биоинженерии, которые открывают возможности формирования новой модели индустриального развития, т. е. четвертой промышленной революции. Продуктом такой модели следует считать создание высокоэффективных производств, а технической базой для этого в подавляющем большинстве направлений может служить технологическое машиностроение.

Концентрация разработок и научные технологии в единых центрах приведут к ускорению сроков создания новой продукции и повышения ее качества. Отраслевой охват разрабатываемых образцов техники позволяет унифицировать многие виды оборудования и технологий. Например, подвести под единые проектные условия и производственную базу тепловые агрегаты или измельчительные машины, которые используются в промышленности строительных материалов, рудоподготовке или химической отрасли.

Следует, помимо прочего, учесть такой важный фактор влияния на решения задач энерго- и ресурсосбережения, как перенос научно-технических достижений из смежных областей. В связи с этим можно также отметить и системное заимствование подходов и методов электронной

отрасли, что отразится на общем уровне развития технологического оборудования.

Развитие отрасли технологического машиностроения будет сопровождаться пропагандой имеющихся достижений и перспектив развития, что в значительной степени повлияет на ее прогрессивный рост и усиление роли в составе промышленности мира. Одним из важнейших результатов развития отрасли технологического машиностроения можно считать создание оптимальных организационных, технических и финансовых условий, обеспечивающих масштабное повышение эффективности функционирования производственной сферы за счет снижения энерго- и ресурсоемкости.

Электронная библиотека
Белорусско-Российского университета

8 Ресурс глобального управления и его возможности для формирования отрасли технологического машиностроения

8.1 Мировой опыт системного управления технологическим развитием

План развития науки и техники должен являться стержнем инновационного экономического и социального развития страны. Он должен охватывать весь научно-технический цикл. В нем должны быть отражены основные параметры и показатели, характеризующие степень ускорения развития науки и техники, а планирование развития должно осуществляться на всех уровнях управления экономикой.

В мировой практике основным методом, используемым при планировании НТП и инновационной деятельности, является программно-целевой. Он реализуется путем разработки научно-технических программ, среди которых выделяются два вида:

- целевые комплексные научно-технические программы, реализация которых в ближайшее время может дать значительный эффект;
- программы по решению важнейших научно-технических проблем, имеющих долгосрочное перспективное значение.

Задание по разработке и реализации важнейших научно-технических программ входит в состав государственного заказа. Устанавливаются лимиты ресурсов для его выполнения. В Беларуси, например, разработан ряд программ, реализации которых придается особое значение. Среди них следует выделить программы «Машиностроение», «Энергия», «Информатизация», «Технологии», «Новые материалы», «Биотехнология» и др.

Государственное регулирование НТП имеет место почти во всех странах с рыночной экономикой, что связано с необходимостью комплексного подхода к научным и техническим проблемам и с масштабностью научно-технических проектов, а это не может реализовать частный капитал или он просто не заинтересован в них. Таким образом, государство выступает как институт организующий, управляющий, а часто и финансирующий НТП [113].

Государственное регулирование в зарубежных странах осуществляется в форме прямого вмешательства государства или посредством косвенного регулирования. Первое применяется с целью решения проблем долгосрочного характера, связанных с развитием науки и техники, а второе осуществляется через совокупность налоговых, кредитных и амортизационных льгот.

Как известно, наибольших успехов в области НТП добились США и Япония, поэтому наиболее целесообразно рассмотреть именно их опыт регулирования в области науки и техники. Регулирование НТП государством в этих странах происходит в двух взаимосвязанных сферах: научных исследований и процесса создания нововведений в экономике.

Основная ставка в организационных и инновационных процессах в США приходится на внедрение новых технологий и продуктов. При этом в качестве оптимальной используется пропорция распределения инвестиций по этапам «исследование – разработка – внедрение» – 1 : (2–3) : (6–10). В США данная пропорция остается устойчивой уже на протяжении 25 лет [113]. Эта структура инвестиций соответствует потребностям экономики и ее потенциалу.

Для США характерна концентрация высокотехнологичных фирм со сложной продукцией, что является важным фактором ускорения НТП. Основная же цель формирования научно-технического потенциала США – достижение научно-технического лидерства и военного превосходства. Следовательно, путь реализации поставленной цели – это цепь научно-технических прорывов и поддержки новейших отраслей и производств. При этом велики возможности ресурсного обеспечения, которые позволяют быстро создавать необходимую массу ресурсов для решения важнейших научно-технических проблем.

Одной из особенностей США является развитая система государственного финансирования теоретических исследований и безвозмездная передача их достижений в руки частного бизнеса. При этом основной функцией государства в развитии науки и техники выступает косвенное стимулирование нововведений, инновационного предпринимательства и создание для них благоприятной среды. Государственное вмешательство в развитие научно-технического потенциала в США осуществляется по следующим направлениям:

- несение ответственности за начальные стадии, прежде всего фундаментальные исследования, а также за ряд областей, которые являются необходимыми с точки зрения совокупных интересов;
- распределение государственных ресурсов между различными секторами сферы научных исследований;
- стимулирование науки при помощи налоговой, амортизационной, патентной, внешнеторговой политики;
- прогнозирование научно-технического развития и др.

Государственное финансирование в США имеет целевой характер и подразделяется на прямое и косвенное. Здесь также применяется достаточно действенный кредитно-финансовый механизм оказания государственной помощи венчурному предпринимательству в инновационной сфере,

предусматривающий займы, субсидии, налоговые льготы. В целом же американская система государственного регулирования и финансирования научно-технического потенциала имеет два основных преимущества. Она обеспечивает, во-первых, широкий спектр видов научной деятельности и, во-вторых, возможность выбора механизма финансирования, который защищает независимость научного сообщества от политических перемен в государственных ведомствах.

В Японии, как и в США, делается упор на внедрение новых технологий и продуктов, а постоянное совершенствование механизма регулирования НТП стимулирует научно-технические нововведения и обновление устаревших технологий. Формирование научно-технического потенциала имеет главной целью обеспечение долгосрочной конкурентоспособности промышленности, ее перестройки в соответствии с новыми условиями. Для реализации этих целей были выбраны пути концентрации ресурсов на ключевых направлениях научно-технического и экономического развития как через приобретение лицензий, так и через другие формы, например, прямые закупки необходимых техники и технологий.

В Японии система государственного финансирования исследований стала формироваться лишь с середины 70-х гг. и столкнулась с определенными трудностями, т. к. в этой стране частные источники покрывали 78 % общенациональных вложений в НИОКР, а неопределенность результатов и длительный срок их окупаемости делают вложения в теоретические разработки наименее привлекательными для бизнеса.

Государственное вмешательство в развитие науки имеет следующие особенности:

- государственное программирование и использование системы косвенных мер экономического, социального и политического характера, стимулирующих процесс нововведений;
- формирование общей стратегии научно-технического развития и выбор его основных направлений, а также создание системы госорганов, занимающихся вопросами научно-технической политики;
- использование механизма согласования интересов фирм, местных властей, научных кругов на основе обмена информацией через всевозможные комитеты, ассоциации, управления.

В последнее время роль японского государства в развитии национальной науки значительно возросла. Наблюдается усиление плановых регулирующих функций госорганов, укрепляется взаимодействие промышленных, академических и правительственных кругов в развитии исследований, идет подготовка исследовательских кадров, повышается эффективность обращения научно-технической информации, расширяется международное научное сотрудничество. В целом же основу японской государст-

венной научно-технической политики составляют доверие к частному сектору, быстрое распространение новшеств и конкуренция между компаниями.

Научно-технологическая политика еще одной высокоразвитой страны – ФРГ – достаточно подробно описана в разд. 2. Следует только отметить, что это лидер мирового машиностроения, включая технологическое.

Нельзя не привести показательный пример из истории Советского Союза. Не будь в то время жесткой плановой системы управления, сосредоточенной в едином центре, пусть даже диктаторским по сути, вряд ли страна смогла бы победить в Великой Отечественной войне. Это не аксиома, но такой опыт забывать нельзя, более того, его смысловое значение состоит в понимании того, что, например, для России основной национальной угрозой является финансово-промышленная олигархия, а для Беларуси – «всеобъемлющее» чиновничество с его апатией в сфере технологического развития.

Жесткая линия вновь избранного Президента США Дональда Трампа по вопросам промышленного развития показывает, какую важность они имеют для этой страны. На этом фоне нынешняя активность отечественной индустриализации выглядит более чем скромно. Особенно тяжелое положение складывается на предприятиях машиностроительной отрасли, являющихся фундаментом промышленной модернизации Беларуси, и без правильных основополагающих программных решений прогрессивного движения здесь ожидать не следует. Описываемое отмечается рядом авторов [18, 84, 114–116] с конкретными предложениями практических действий. Отсюда следует вывод: отечественной экономике с ее специфическими особенностями и родовой советской наследственностью требуется жесткое директивное управление при реализации инновационных проектов национального развития.

Следует обратить внимание на незаслуженно забытую плановую систему управления народным хозяйством. Четкий ответ о ее жизнеспособности в прошлом и перспективности в будущем дает график изменения индекса промышленного производства в РСФСР – Россия с США в период с 1960 г. по 2014 г. [115], на котором показано, что выход из планового управления производством привел к резкому спаду производства и не позволяет в настоящее время успешно конкурировать с США (рисунок 8.1).

Финляндия стала первой страной, принявшей концепцию национальной инновационной системы как основного элемента государственной стратегии в сфере науки и технологии. На практике это означало увеличение количества предприятий, в основе деятельности которых лежали

инновации и современные ноу-хау, а также государственная поддержка исследовательских организаций [84]. Важнейшие решения, которые определяют вектор развития этой страны, были приняты в первой половине 90-х гг. XX в., причём в 1996–2006 гг. ежегодный темп роста внутренних затрат на НИОКР достигал 6 %, тогда как средний показатель по странам ЕС – 2,9 %.

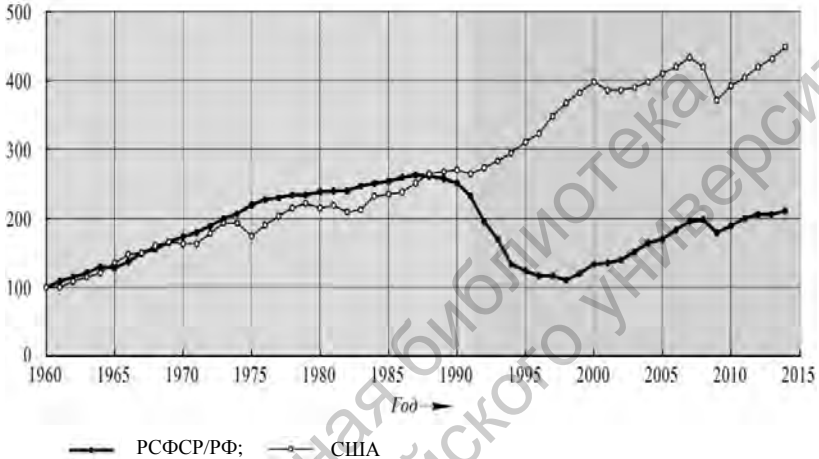


Рисунок 8.1 – Организационные структуры управления формированием отрасли технологического машиностроения

Наиболее важным признаком, связанным с инновационным развитием, являются высокоорганизованное планирование и жесткое управление на всех этапах выполнения разработанных программ при условии мобилизации имеющихся ресурсов и рационального использования.

8.2 Задачи и направления обеспечения эффективного управления развитием отрасли технологического машиностроения

У любой страны, в том числе у России и Беларуси, должна быть собственная промышленная политика. Если термин «Госплан» по идеологическим соображениям многими отторгается, то для устранения подобного противоречия можно предложить другое определение, однако отсутствие единого специализированного института государственного управления, способного эффективно координировать стратегию развития страны в целом, значительно усложняет задачу модернизации, т. к. работать

с несколькими сотнями региональных и отраслевых стратегий (планов), каждая из которых представляет собой сложную комплексную систему [116], почти невозможно.

Для обоснования этих положений можно привести следующие актуальные цитаты.

Пол Э. Самуэльсон, лауреат Нобелевской премии по экономике: «Рынки не следует отождествлять с нерегулярным капитализмом, который так превозносят сторонники необузданный рыночной экономики. Эти системы не способны регулировать сами себя ни в микро-, ни в макро-экономическом плане. Всюду, где предпринимались попытки такой саморегуляции, в итоге возникли недопустимые диспропорции. Государственные предписания должны разумно регулировать предпринимательскую деятельность и ставить себе целью стабилизацию экономики в целом» [117].

Н. Саркози, Президент Франции: «... кризис, который мы переживаем сегодня, – это не кризис капитализма. ... Капитализм – это не верховенство, отданное спекулянту. Это верховенство, отданное предпринимателю, капитализм – это вознаграждение за труд, усилия и инициативу. Рыночная экономика – это регулируемый рынок, рынок, работающий на пользу развития, общества, всех. Нам необходимо найти новый баланс между государством и рынком.

Бесконечный спор, который до настоящего времени ведется экономистами двух противоположных направлений, т. е. сторонниками свободы и государственного вмешательства, никогда не будет разрешен, пока вопрос будет ставиться чересчур абсолютно, абстрактно и вне связи с историческими сложившимися формами государственного общежития» [118].

Беларусь пропустила уже три 10-летних технологических цикла. В результате проведение модернизации любого объекта экономики приводит в настоящее время к многократному росту производительности труда и резкому сокращению накладных расходов, такой рост производительности – к полному освобождению трудового ресурса. Работники предприятий (организаций), понимая неизбежность сокращений, последующих за модернизацией, активно сопротивляются этим процессам через тотальный саботаж модернизации. Региональные власти, не имея возможности быстро реагировать на массовое высвобождение трудящихся, также препятствует модернизации для того, чтобы сохранить рабочие места.

Резкое высвобождение трудового ресурса нельзя ассимилировать иным способом, кроме как разворачиванием в стране масштабного инфраструктурного строительства, которое создаст значимую массу рабочих мест [117]. Вторым способом создания рабочих мест является возвращение государственной политики на путь научно-технической индустриальной полнофункциональной экономики, а третьим – малый и средний бизнес,

развитие которых существенным образом зависит от состояния крупной промышленности и позиции местных (региональных) властей.

Преодоление самоконсервирующейся отсталости является фактором, определяющим, случится ли вообще модернизация или это будет очередная продовольственная или жилищная программа. Такое преодоление требует только одного: всеобъемлющей государственной нацеленности на эффективность и жёсткого спроса за неё.

В число важнейших национальных приоритетов инновационного развития для России, по мнению одного из ведущих специалистов в области экономического менеджмента Ю. Б. Винслава [114], на первое место поставлена задача «разработки промышленного внедрения технологий, обеспечивающих качественную переработку природных возобновляемых и невозобновляемых ресурсов, наращивания выпуска высоколиквидных на мировых рынках продуктов переработки сырья, способствующего импортозамещению и диверсификации экспорта». Далее автор полагает, что в этой сфере следует искать подлежащие «развертыванию вниз» приоритеты высшего порядка, формирующие «национальную промышленную идею», призванную внести смысловую упорядоченность в деятельность субъектов национальной промышленной политики.

Это одна из многих экспертных оценок необходимости модернизации базовых отраслей промышленности, связанных с комплексной переработкой сырья и материалов [5, 107, 116, 119]. Для Беларуси это может оказаться очень выгодным технологическим направлением развития, когда можно будет полноценно включиться в разработку новых машин и оборудования для переработки, обогащения и получения эффективных материалов. В этом случае акцент должен быть сделан не на продажу сырья, а на производство обработанных материалов с высокой добавленной стоимостью (совместно с Россией). Лидирующая роль в организации подобных альянсов должна принадлежать Союзному государству.

Оценивая ситуацию по вопросам конкурентной борьбы, нельзя не обратить внимания на выводы о реальных экономических границах мира, которые вытекают из анализа структуры ключевых валют; обслуживающих мировую экономику. На долю валют 16 стран зоны евро и США, производящих около 40 % совокупного ВВП планеты, приходится 85 % мирового объема экспорта платежей и 80 % всех валютных резервов мира. Таким образом, Федеральная резервная система США и Европейский ЦБ находятся на позициях фактического Центрального банка планеты, что дает им право диктовать свои условия в глобальной экономике с финансовых позиций [11].

На основании вышеизложенного следует сделать основополагающий вывод – на мировом рынке товаров и услуг Беларусь сможет занимать

достойное место только при одном условии – отечественная продукция по своим конкурентным показателям должна существенно превосходить все зарубежные аналоги.

Оценка возможных направлений инновационного развития производственных систем складывается из ряда базовых компонентов, однако важнейшим и определяющим из них является организационно-управленческий.

Пояснению закономерностей управления сложными системами может служить модель организованного преобразования объекта. Первоначально такая модель разрабатывалась для анализа процессов смесеобразования, управления сложными системами при долгосрочном планировании. За главную целевую функцию изменения свойств объекта условно примем поверхность взаимодействия между его составляющими – темными и светлыми компонентами. Кинетика и энергетика таких взаимодействий и есть искомая функция, определяющая весь комплекс свойств и особенностей поведения исследуемой системы.

Рассмотрим соответствующие рисунки. На рисунке 8.2 приведен алгоритм организованного преобразования объекта. Исходная задача – организовать процесс с минимумом издержек, издержки – дополнительные финансовые и энергетические затраты, увеличение времени проведения процесса, перерасход сырья и материалов и т. д. Их можно минимизировать путем условного максимального обоснования поверхности за каждый единичный акт совершаемых событий.

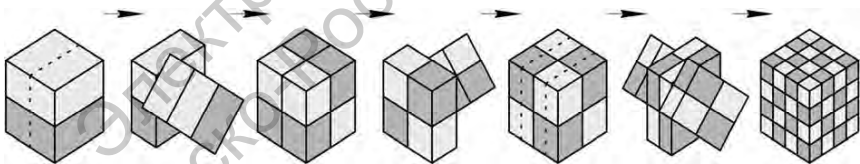


Рисунок 8.2 – Механизм преобразования

Развитие системы производится по закону минимальных объемов (рисунок 8.4), когда за каждый цикл управляемых преобразований вновь образованные соседние объемы рациональных компонентов становятся геометрически подобными исходным. По сути, этот механизм прямо противоположен тому, который выполняется в популярном кубике Рубика. Более подробно со всеми пояснениями это описано в [1]. На основе приведенных механизмов управления разработана кинематическая модель

функционирования сложной системы (рисунок 8.3). Главным ее следствием является то, что организованный по целевому алгоритму процесс управления гораздо более эффективен по сравнению со стохастическим, как это сейчас происходит в экономике Беларуси.

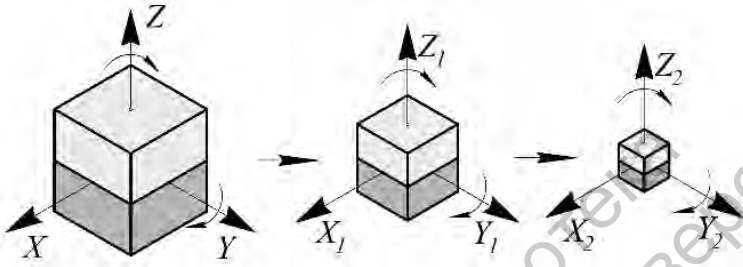


Рисунок 8.3 – Структурный алгоритм

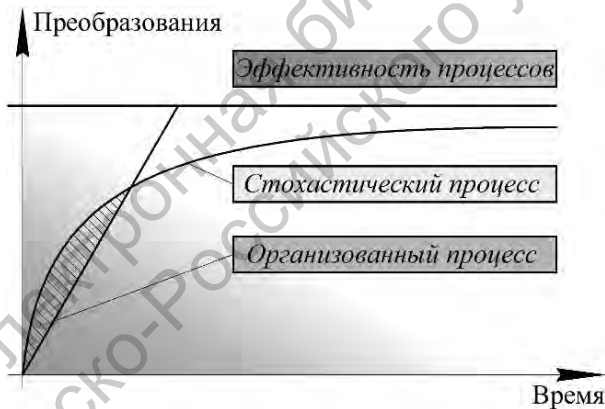


Рисунок 8.4 – Организованное преобразование системы

Графические модели, дающие представление об организации эффективных механизмов управления инновационным развитием, приведены на рисунках 8.5–8.7, где на схемах показаны основные закономерности распределения ресурсов в различных странах, многоуровневая матричная структура планирования и производства продукции, а также уровни планирования и сферы деятельности. Их интерпретация в полной мере обосновывает функциональную эффективность, которая определяется

моделью организованного преобразования объекта и алгоритмом управления по методу минимальных объемов, энергетических потоков или управленческих действий [120].

Сложившаяся система инновационного развития Беларуси, предметно описанная в [18], показывает, что серьезный прорыв возможен при соблюдении ряда условий, в числе которых поиск точек эффективного роста экономики, создание венчурных механизмов финансирования и консолидация научных исследователей и производителей для формирования мощных научно-производственных структур по типу, например, института электросварки им. Е. О. Патона, КБ Туполева, ОАО «Сормово» или концерн «Сименс».



Рисунок 8.5 – Распределение ресурсов государства в разных странах



Рисунок 8.6 – Многоуровневая матричная структура планирования и производства продукции



Рисунок 8.7 – Уровни планирования и сферы деятельности

8.3 Организационные вопросы управления формированием отрасли технологического машиностроения

Исторически свершенная индустриализация производственной сферы привела к созданию крупных промышленных технологий и комплексов: цементных, силикатных и керамических заводов, горнодобывающих предприятий, химических комбинатов, комплексов по производству металла, удобрений, продуктов питания, боеприпасов и т. д. Все они базируются на многостадийной обработке материалов и состоят из набора сложного и крупного оборудования, которое отличается низкой технологической и энергетической эффективностью и имеет большой потенциал модернизации. Сейчас эта сфера производства является самой архаичной из всех используемых человеком, и поэтому ее следует рассматривать как наиболее перспективную для решения глобальных проблем энерго- и ресурсосбережения, снижения капитальных затрат, удешевления производства, а в итоге – улучшения базовых показателей ВВП. Используемое в этом случае оборудование является наиболее крупным из всего созданного в мировом производстве.

Выделение технологического машиностроения в самостоятельную отрасль промышленности требует решения целого ряда организационно-технологических задач. К числу наиболее важных из них следует отнести следующие.

1 Выполнение комплекса технико-экономических обоснований целесообразности функционирования технологического машиностроения как самостоятельной отрасли промышленности.

2 Формирование организационной структуры, состоящей из соответствующих субъектов, определяющих поэтапное развитие нового технологического направления (например, научно-технический центр, НИИ, корпорация, подотрасль, министерство).

3 Создание технологической инфраструктуры, всемерно стимулирующей проектирование «умных» машин, технологий и производственных комплексов, основанных на передовых достижениях науки и техники и в максимальной степени реализующих потенциал их эффективного использования.

4 Развитие собственно машиностроительных производств с быстро перенастраиваемым станочным парком и большим спектром технологического оборудования, обеспечивающим выпуск многопрофильной продукции.

5 Подготовка высококвалифицированных специалистов в области технологического машиностроения, прежде всего проектировщиков, которые должны обладать широкими компетенциями во многих сферах деятельности.

Современная реиндустриализация может быть результатом действия ряда факторов [112], причём удорожание труда в странах с формируемым новым рынком не является определяющим условием, т. к. производство для минимизации издержек можно перенести на территории более бедных, но достаточно стабильных стран. Реиндустриализация представляет собой не возвращение традиционных производств в развитые страны, а формирование новых отраслей промышленности, характерной чертой которых становится относительное снижение доли труда и издержек и рост значимости таких факторов, как близость исследовательской базы, что связано с повышением доли R&D и основного потребительского спроса.

Наиболее значимыми предпосылками реиндустриализации можно считать конкурентную борьбу между лидерами мирового экономического развития (прежде всего США, Китаем, странами Западной Европы и Японией), результатом которой является переориентация их промышленного производства на замещающий выпуск соответствующих видов продукции. Для таких стран, как Беларусь или Россия, приоритетной задачей является анализ новых направлений технологического развития, которые станут источником экономического роста в обозримой перспективе [10] и позволят занять стабильную нишу в мировом разделении труда. В сложившейся ситуации особое содержание должна получить промышленная политика, основанная на создании благоприятных для развития новых секторов экономики институциональных условий.

Складывающаяся тенденция свидетельствует о том, что технологическое машиностроение, в том числе как база для создания «умных» машин и комплексов, является важнейшим трендом развития мировой экономики на ближайшие десятилетия. На этом основании можно дать комплексную оценку потенциала модернизации всей технологической структуры, неблагоприятное состояние экономики Беларуси требует реально проанализировать сложившуюся ситуацию и искать прагматичные, но эффективные направления развития отечественной промышленности на основе создания конкурентоспособных направлений, прежде всего в области передовых промышленных технологий.

Для Беларуси ключевой отраслью промышленности является машиностроение. Результатом его развития, частичной реструктуризации и дополнения мощной научно-исследовательской базы может быть создание

отрасли технологического машиностроения, сферу деятельности которой можно отнести к четвертой промышленной революции. При этом важно, что в нанотехнологиях Беларусь прежде всего «догоняет», а в макротехнологиях переработки сырья и материалов, которые пока находятся на «обочине» технического прогресса, имеются реальные возможности, создавая собственные ППТ, совершить инновационный рывок в части направлений и выйти в лидеры.

В числе отдельных доводов, которые в дальнейшем могут иметь очень важное значение как для собственно технологического машиностроения, так и для экономики в целом, следует считать влияние на эти сферы деятельности систему формирования глобальных цепочек стоимости [121–123] и ресурс управления, в том числе глобального характера [124, 125].

Современная мировая экономика всё больше выстраивается вокруг «глобальных цепочек добавленной стоимости», или ГЦС (Global Value Chains GVC). Под термином «цепочка добавленной стоимости» понимается последовательность основных бизнес-функций (или стадий производственного цикла) – проектирования, производства, маркетинга, дистрибуции и послепродажного обслуживания потребителя. Эти функции могут выполняться как в рамках одной компании, так и распределяться между фирмами. То, что в последнее время все больше таких функций «оседает» по разным странам, свидетельствует о глобализации таких стоимостных цепочек.

Концепция глобальных цепочек добавленной стоимости была введена в научный оборот в начале 2000-х гг. в связи с возрастающим дроблением производства и его распределением среди всё большего числа стран. Глобальные цепочки стоимости связывают географически дисперсные стадии производственного цикла в единую отрасль. Их анализ помогает понять сущность сдвигов в торговле и производстве, осознать взаимозависимость экономик, увидеть, в какой степени конкурентоспособность экспорта связана с выбором места осуществления затрат, а также присутствием конечных производителей и потребителей за рубежом.

Сегодня всевозрастающая доля товаров и услуг уже имеет глобальный характер, а государства конкурируют между собой за наиболее выгодную для них роль в складывающихся цепочках добавленной стоимости. В концепции обозначена роль производственных сетей, глобальных покупателей и поставщиков. Анализ цепочек добавленной стоимости дает возможность выявить кампанию в экономических субъектах, которая контролирует и координирует экономическую активность в производственных сетях.

Развитие мировой отрасли технологического машиностроения в значительной степени повлияет на изменение структуры и состава в глобальной системе цепочек стоимости. Это будет иметь чрезвычайно важное значение для Беларуси, т. к. возникнут новые задачи, разного рода угрозы и возможности. Всё это требует серьезного внимания и должно охватывать многие факторы межгосударственных отношений.

Глобальный ресурс управления [124, 125], по нашему мнению, в связи с развитием технологического машиностроения, будет охватывать многие сферы деятельности: экономику, рациональное природопользование, энергетику, производственную безопасность, технологическую неоднородность различных стран и ряд других. Глобализация охватит почти всё, что будет иметь отношение к мировой хозяйственной системе, что потребует создания новых международных организаций для устранения или снижения последствий возникающих угроз и потрясений. Это также предмет будущих раздоров и соглашений, что необходимо не только понимать, но и предвидеть в своих планах и действиях.

9 Разработка методической базы создания нового технологического оборудования

9.1 Достижения науки и техники и их роль в создании новых материалов, технологий и оборудования

Наука – сфера исследовательской деятельности, направленная на получение новых знаний о природе, обществе и мышлении. В настоящее время развитие науки связано с разделением и кооперацией научного труда, созданием научных учреждений, экспериментального и лабораторного оборудования. Являясь следствием общественного разделения труда, наука возникает вслед за отделением умственного труда от физического и превращением познавательной деятельности в специфический род занятий особенной группы людей. Появление крупного машинного производства создает условия превращения науки в активный фактор самого производства и приводит к коренной перестройке науки, уже не просто следующей за развитием техники, а обгоняющей ее и становящейся основой прогресса и материального производства. Необходимость научного подхода в материальном производстве, в экономике и в политике, в сфере управления и в системе образования заставляет науку развиваться более быстрыми темпами, чем любую другую сферу деятельности человека [19].

Научное исследование или научно-исследовательская работа как процесс любого труда включает три основные составляющие: целесообразную деятельность человека, т. е. собственно научный труд, предмет научного труда и средства научного труда. Научная деятельность человека, которая опирается на совокупность конкретных методов познания, необходима для достижения новых или уточненных знаний об объекте исследования как предмете труда; при этом используется соответствующее научное оборудование, т. е. средства труда.

Научные исследования в зависимости от целевого назначения, меры связи с природой или промышленным производством, глубины и характера научной работы подразделяются на фундаментальные, прикладные и конструкторские [19].

Фундаментальные исследования – получение принципиально новых знаний и дальнейшее развитие системы уже накопленных знаний. Цель фундаментальных исследований – открытие новых законов природы, раскрытие связей между явлениями и создание новых теорий. Фундаментальные исследования связаны со значительным риском и неопреде-

ленностью с точки зрения получения конкретного позитивного результата. Несмотря на это, именно фундаментальные исследования составляют основу развития как самой науки, так и общественного производства.

При фундаментальных исследованиях используют поисковые и уже сложившиеся направления.

Прикладные исследования – создание новых или усовершенствование существующих средств производства и предметов потребления. Прикладные исследования, в частности исследования в области технических наук, направлены на «освещение» научных знаний, добытых в фундаментальных исследованиях. Прикладные исследования в области техники не связаны, как правило, с природой; объектом исследования в них обычно являются машины, технологии или организационные структуры, т. е. «искусственная» природа. Практическая ориентация и выразительное целевое назначение прикладных исследований делает достоверность получения ожидаемых от них результатов весьма значительной.

Разработки – использование результатов прикладных исследований для создания и отработки опытных моделей техники, технологии производства, а также усовершенствования существующей техники. На этапе разработки результаты, продукты научных исследований приобретают такую форму, которая позволяет использовать их в других отраслях общественного производства. Между фундаментальными исследованиями и промышленным производством находится область взаимосвязанных стадий: прикладные исследования – разработка – проект – освоение. Проектирование и освоение принадлежат одновременно и к области науки, и к области техники, поскольку они охватывают творческую деятельность, которая не только основывается на известных навыках, стандартных приемах и практическом опыте, но и направлена на получение новых, оригинальных решений в области техники, технологии или организации производства.

Структурность и системная организация материи относятся к числу её важнейших атрибутов. Они выражают упорядоченность существования материи и те конкретные формы, в которых она проявляется. Под структурой материи обычно понимается её строение в микромире, существование в виде молекул, атомов, элементарных частиц и т. д. Однако, если рассматривать материю в целом, во всех доступных и потенциально возможных формах её существования, то понятие структуры материи будет охватывать также различные её образования естественного и искусственного происхождения, например, горные породы, конгломератные материалы, химические соединения, дисперсные системы и многое др.

С этой точки зрения структура материи проявляется в её существовании в виде бесконечного многообразия целостных систем, тесно

связанных между собой в закономерном движении и взаимодействии, в упорядоченном строении каждой из них. Эта структура неисчерпаема и бесконечна в количественном и качественном отношении [126]. Это, в свою очередь, является неоспоримой предпосылкой создания принципиально новых механизмов переработки различных материалов, разработки высококачественных материалов, разработки технологических процессов повышенной эффективности и процессов производства продукции, отвечающей самым строгим потребительским качествам.

Существующие материальные объекты будут представлять целостную систему будут лишь в том случае, когда энергия связи между ними больше суммарной кинетической энергии и энергии внешних воздействий, направленных на разрушение системы. В противном случае система не возникает или распадается; энергия внутренних связей – это общая энергия, которую нужно было бы приложить последовательно к каждому элементу, чтобы удалить его из системы на определенное расстояние, т. е. «растащить» систему [126]. Поскольку эта энергия не может возникнуть из ничего и каждый из элементов существует в некоторой «потенциальной яме», то стабильность и целостность систем оказываются косвенно обусловленными действием закона сохранения энергии. Энергия внутренних связей имеет четкую корреляцию с масштабным фактором, что выражается в наличии различных по своим формам внутренним связям.

Высказанные фундаментальные положения имеют огромную практическую значимость и во многом определяют условия и эффективность проведения процессов переработки различных материалов. Особенно актуально учитывать масштабный фактор при работе с материальными объектами малых размеров, особенно коллоидных и наноструктур [127]. В противовес микротехнологиям в промышленности чрезвычайно широко используются макротехнологии, сферой приложения которых является переработка огромных объемов материалов [4, 128]. Это, например, производство строительных материалов, металлургия, горное дело, химическая промышленность, а также механоактивация твердых тел [129]. Здесь объемы производства соответствующих изделий в тысячи раз выше, чем в микротехнологиях, а специфика работы оборудования такова, что качественные прорывы в этом сегменте производства можно только предполагать, т. к. это направление находится вне интересов правящих элит.

Если рассмотреть жизнедеятельность человека в сфере материального производства, то можно отметить, что он, синтезируя многие процессы, выполняет при этом главным образом три технологические функции [130]:

– диспергирование (процессы дробления, помола, диспергирования, механоактивации, плавления, растворения, испарения и множество других);

- гомогенизация (процессы смесеобразования, усреднения, диспергирования, суспендирования, барботаж, обогащения и т. д.);
- компактирование (процессы формирования, уплотнения, спекания, осаждения, напыления, прессования, гранулирования и др.).

Мировое разделение труда предопределяет необходимость поиска и освоения производства новой продукции, которой либо нет у других, либо она конкурентоспособна и востребована, но, главное, обеспечивает высокую прибавочную стоимость и устойчива в любых перипетиях рынка.

Процесс модернизации экономики Беларуси следует рассматривать как цепь форсированных преобразований, имеющих своей целью сократить отставание от мировых лидеров, а лучше – в чем-то их превзойти. Ядром прогресса здесь является машиностроение. Эта отрасль промышленности решает ключевые задачи перехода на более высокую степень развития и жизненно необходима.

В современных условиях важной является оценка современной политики ведущих стран, прежде всего США и ФРГ, по развитию ППТ. Так, в [20] сделан вывод о переходе всех ведущих стран к более активному стимулированию ППТ как важному фактору не только выхода из глобальной рецессии, но и обеспечению долгосрочного устойчивого развития. По нашему мнению, анализ формирования ППТ заслуживает внимания потому, что это направление технологического развития является прообразом формирования новой отрасли промышленности – технологического машиностроения.

По мнению авторов, применительно к промышленности строительных материалов в качестве примера передовых производственных технологий можно считать работы по созданию принципиально новых технологических комплексов, агрегатов, линий и заводов, к которым, в частности, можно отнести [131] следующие.

1 Комплексы для производства малотоннажных материалов и изделий, например, модифицированных продуктов, специальных наполнителей или добавок, антикоррозийных составов, наноструктурных композиций и мн. др.

2 Универсальные комплексы для первичной переработки влажных сырьевых материалов, например, мела или глины.

3 Набор оборудования для полномасштабной массоподготовки при производстве силикатных материалов, керамических изделий, извести и ряда других материалов.

4 Многофункциональные энергоэффективные агрегаты для помола сырьевых материалов и прошедших операции обжига продуктов.

5 Принципиально новые агрегаты для тепловой подготовки и обжига строительных материалов, прежде всего цемента, извести и керамических изделий.

6 Технологические комплексы для производства листовых материалов, трубной продукции, волокон, пленок и др.

7 Бетоносмесительные заводы нового поколения.

8 Заводы по производству теплоизоляционных материалов повышенной энергоэффективности.

9 Универсальные транспортные системы.

Это далеко не полный перечень возможных направлений развития ППТ, но для их реализации требуются не только ресурсы, но и конкретные организационные действия. К сожалению, в странах ЕАЭС эти планы пока не входят в круг интересов правящих элит. Аналогичные примеры можно привести и для других отраслей промышленности: горнорудной, металлургической, химической, пищевой и др.

С позицией приоритетов начала создания ППТ в промышленности строительных материалов, по нашему мнению, целесообразно остановиться, например, на комплексах для малотоннажных производств, на комплексах для первичной переработки влажных сырьевых материалов, на оборудовании для массоподготовки и агрегатах для тепловой обработки. Перечисленное оборудование в полной мере перекрывает те основные технологические ниши производства стройматериалов, которые достаточно успешно могут быть заполнены в ближайшее время. В других приложениях ППТ многие задачи могут быть решены чисто конструкторскими решениями, а для транспортных систем целесообразно кооперироваться со смежниками и т. д.

Особое внимание следует обратить на комплексы для помола и обжига материалов в крупнотоннажных производствах. Это базовые переделы крупнейших предприятий, но инновационный прорыв в их модернизации в ближайшие 10–15 лет вряд ли можно прогнозировать по известным причинам и из-за на высокой инерционности их развития [96].

Отталкиваясь от современной научно-технологической базы, необходимо понимать, что ППТ в области производства строительных материалов, металла, химических и пищевых продуктов, переработки отходов и т. д. должны впитать в себя все достижения материаловедения и базироваться на таких фундаментальных областях науки, как физико-химическая механика, технологическая вибротехника, термодинамика, комплексное моделирование, теория волновых процессов и т. д. Непременным дополнительным условием при этом уже наяву становится промышленная мехатроника и автоматизация всех процессов. Иными словами, требуется «умные» машины встроить в технологический процесс. Создание ППТ

вообще и для переработки дисперсных материалов в частности требует наличия соответствующей машиностроительной базы и квалифицированного персонала, особенно проектировщиков новых технологий и необходимого оборудования для их реализации. Эти функции наиболее эффективно может выполнить новая отрасль промышленности – технологическое машиностроение.

Таким образом, можно сделать заключение о том, что технологическое машиностроение органически вписывается в концепцию создания передовых производственных технологий и индустриализации промышленности, а ее неизбежное формирование и выделение в самостоятельную отрасль может произойти в ближайшее десятилетие. Следствием из всего изложенного выше является необходимость ускоренного развития отечественных ППТ, прежде всего в базовых отраслях промышленности, что тактически и стратегически соответствует национальным интересам Беларуси.

9.2 Существующие методы решения изобретательских задач технологического развития

Формирование отрасли технологического машиностроения может осуществляться только при определенных условиях, и одним основополагающим из них, по нашему мнению, следует считать разработку принципиально нового технологического оборудования, охватывающего основную и наиболее важную часть процессов переработки сырья и материалов. Для этого требуется разработать соответствующую информационную базу, которая аккумулировала бы в себе не только традиционные подходы и решения изобретательских задач, но и методические наработки, основанные на современных фундаментальных исследованиях, способствовала бы расширению творческого диапазона, а также предоставляла бы исследователям дополнительные механизмы критического анализа известных технических решений и синтеза новых.

Исходным условием при решении изобретательских задач создания новых машин и технологий является наличие необходимых информационных ресурсов, которые дают объективную оценку предшествующего уровня анализируемого объекта.

Теории и практике известны определенные показатели и методы расчета технического уровня разработок, причем они постоянно совершенствуются. Однако инженеру (да и любому творческому работнику) надо иметь доступные, четкие представления об уровнях творческого поиска, своеобразные ориентиры для самооценки. Ими могут быть:

- степень прогрессивности области техники или технологии, в которой ведется поиск;
- характер поискового процесса в плане творчества;
- уровень изобретения.

В условиях, когда само время жестко ставит Беларусь перед необходимостью радикальных перемен, общество видит в более полном использовании творческого потенциала человека одно из главных средств ускорения в повышении качества творческого труда. А для этого надо вооружить инженеров новейшими методами интенсификации творчества.

Анализ такой сложной и многоплановой проблемы, как интенсификация творчества, первоначально требует выработки общей концепции. Ее формирование, естественно, вызывает дискуссии, поскольку общее направление решения проблемы разным специалистам видится по-разному. Тем не менее, в самом общем виде концепция интенсификации творчества может быть представлена как поворот к творчеству каждого человека и качеству получаемых им результатов. Это значит, что должны использоваться такие специально ориентированные на эти новые средства интенсификации творчества, как его методическое вооружение и более совершенная организация. Причем они должны формироваться так, чтобы их эффективное использование зависело во многом от самого человека и приносило максимум пользы и его личному развитию, и обществу в целом. Все меры органов управления и общественных организаций в области развития творчества должны обеспечивать реализацию этой концепции.

С древнейших времен перед человеком ежедневно и ежечасно возникали изобретательские задачи: как заострить камень, чтобы сделать из него топор или наконечник для копья? как добыть огонь и уберечь его от ветра и дождя? как сдвинуть тяжелый камень и закрыть, на ночь вход в пещеру? Первыми универсальными, пережившими века изобретениями стали рычаг и колесо. Со временем задачи усложнялись, число их многократно возрастало, но методы решения не изменялись [132].

Всегда и везде задачи решали, перебирая различные возможные и невозможные, осуществимые и неосуществимые варианты. Это и есть метод проб и ошибок, который повсеместно используют и сейчас.

Технология его примитивна. Перебрав десятки вариантов, изобретатель нередко находил в конце концов приемлемое решение несложной задачи. При переборе вариантов безраздельно властвует субъективизм, отсутствуют правила выдвижения идей и критерии их оценки. Однако по мере развития техники, накопления знаний и опыта изобретатель реже выдвигает нелепые идеи. Он, как правило, представляет себе, что возможно и что невозможно. В процессе поиска ему не нужно проверять все возможные варианты – опыт, знания позволяют многие из них заранее

оценить, принять или отвергнуть. И все-таки далеко не все поддается оценке.

Метод проб и ошибок и сегодня можно использовать для решения простых задач. Но существуют сложные проблемы, которые требуют рассмотрения и имеют сотни или даже тысячи возможных вариантов решений. Многие месяцы или годы могут уйти безо всяких гарантий на успех. Нередко именно поэтому изобретатель подчас останавливается далеко не на лучшем варианте.

Извечный и безостановочный поиск на основе метода проб и ошибок помог человеку открыть мир техники. Но времена неудержимо меняются. Метод перебора вариантов, тысячелетия добросовестно служивший человечеству, стал недостаточно быстрым и эффективным. Уже в XIX в. он почти исчерпал свои возможности. В наш век лавинного потока информации, быстрого развития науки и техники метод проб и ошибок стал неприемлемым. Основанная на нем технология творческого труда пришла в глубокое противоречие с требованиями научно-технического прогресса. Единой, сформировавшейся науки о творчестве человека еще нет, хотя потребность в ней осознается все острее. Знания о творчестве лежат внутри и на стыке многих наук, в том числе философии, логики, психологии, физики, химии, материаловедения, кибернетики, информатики. У каждой из них есть свой объект исследования, свои ракурсы видения и методы разработки проблем активизации творческого поиска.

Ознакомление с рекомендациями по рационализации тех или иных элементов творческого процесса, выработанными отдельными отраслями науки, а также практикой активизации творчества, показывает, что, во-первых, таких рекомендаций пока очень мало, во-вторых, нерешенных актуальных вопросов множество и, в-третьих, рекомендации разных наук не взаимосвязаны и слабо используются.

Творческие способности человека могут быть условно разделены на три группы, связанные, соответственно, с личной мотивацией (интересы и склонности), темпераментом (эмоциональностью) и собственно умственными способностями. Характеристика последних представляет особый интерес.

Способность к новому взгляду – это умение увидеть непривычное в привычном и, наоборот, известное в новом. Такая свежесть взгляда, зоркость в поисках проблем – качество мышления, особенно выраженное, видимо, у ученых, изобретателей, исследователей, художников.

Способность к свертыванию информации, т. е. к замене нескольких понятий одним обобщающим, свертыванию цепи рассуждений в одну мысленную операцию очень важна для человека вообще, но особенно для работающего с большими массивами информации, например, руководи-

теля, исследователя, диспетчера. Близка к этой способности и цельность восприятия, когда человек воспринимает действительность целиком, а не дробит ее на отдельные части. Умение распознавать сходные образы в целом, не обращая внимания на их индивидуальные отличия, – одно из важных свойств творческой личности [133].

Гибкость мышления – это способность легко и быстро переходить мысленно от одних явлений к другим, далеким по содержанию. Именно гибкость мышления формирует умение вовремя отказаться от неверной гипотезы. Боковое мышление, как и боковое видение у шофера, – способность к широкому распределению внимания, в том числе мышлению «около» проблемы.

Очевидно, не требуют подробной характеристики также такие умственные способности, как беглость и яркость речи, готовность памяти зафиксировать, а затем выдать вовремя нужную информацию, способность к переносу опыта, оценке, предвидению.

Но у творческого человека обычно таких барьеров меньше, а те, которые есть, помогают преодолеть специфику личности. На первом месте среди них стоит творческое воображение, которое преодолевает главный барьер – инерцию мышления. Творцы также, как правило, обладают более высоким интеллектом, умением сосредоточить и долго удерживать внимание на одном вопросе, готовностью к риску при принятии решения. Для творческой личности характерны и стремление к самоутверждению, увлеченность работой, отрешенность при этом от многого, взыскательность и стремление во всем дойти до сути. Но главная черта творца – смелость ума и духа.

Если раньше, вплоть до конца XIX в., технический прогресс удовлетворялся изобретательством, основанным на методе проб и ошибок и лишь изредка на применении эвристических приемов, то сейчас требуются энергичные меры, направленные на активизацию творческого мышления, создание надежной и продуктивной методологии творческого процесса. Задачи ускорения научно-технического прогресса обусловили необходимость перехода к более эффективным методам творчества.

Создатели первых типовых приемов технического творчества, крупные ученые и изобретатели, шли и к этой цели методом проб и ошибок. Поэтому и первые системы приемов часто представляли собой лишь списки вопросов к изобретателю. Подобных методов предложено было немало – от простых, легко доступных до довольно сложных, требующих специального освоения [133].

Метод контрольных вопросов заключается в том, что изобретатель, отвечая на определенные вопросы, рассматривает подсказываемые ими решения своей задачи или новое направление, в котором лучше искать,

расширяя тем самым зону поиска. Лежащая в основе этого и других подобных методов функция подсказки определяет их эвристическую ценность. За это свойство и простоту такие методы в современной методологии творчества часто называют эвристическими приемами. Их применение несколько уменьшает случайность поиска и повышает вероятность получения положительных результатов.

Начиная с 20-х гг. разные авторы предлагали различные варианты списков контрольных вопросов. Наиболее известен список А. Осборна, в котором вопросы разбиты на девять групп (Какое новое применение объекту можно предложить? Можно ли упростить объект? Какие модификации его возможны? Что можно увеличить в объекте? Что можно уменьшить? Что можно заменить? Что можно преобразовать? Что можно перевернуть наоборот? Какие возможны комбинации элементов объекта?). В современных условиях метод контрольных вопросов может быть использован лишь на начальных стадиях постановки или решения технически несложных задач.

Метод морфологического анализа впервые для решения крупных технических задач был успешно применен в 1942 г. во время работы Цвипки в США над двигателями ракет. Цель метода заключается в том, чтобы попытаться охватить все многообразие вероятных решений задачи, выявить и исследовать любые возможные варианты, вытекающие из закономерностей строения совершенствуемого объекта [133].

Морфологический анализ – одно из важных начальных достижений методологии творчества. В данном случае справедливо говорят о новом подходе, базирующемся на анализе строения объекта, как о морфологическом образе мышления. Такой анализ в период становления системных исследований показал применимость системного подхода и к процессу изобретательства. Неслучайно десятки работ были посвящены дальнейшему развитию и усовершенствованию метода морфологического анализа.

Г. С. Альтшуллер путем длительного наблюдения за применением морфологического анализа в школах изобретательства нашел, что для повышения его эффективности важно правильно выбрать главные и связанные с ними элементы строения объекта. Чтобы облегчить инженеру этот непростой выбор, им предложен методический прием построения универсальной таблицы, так называемой фантограммы [134, 135]. На вертикальной оси морфологической таблицы записывают важнейшие универсальные характеристики любого исследуемого объекта: цель, назначение, смысл существования, направление развития (воспроизведения), способ передвижения, вид энергопитания и т. п. На горизонтальной оси отмечают возможные способы изменения характеристик: уменьшить или увеличить, объединить или разъединить, ускорить или замедлить, сместить во времени

вперед или назад, изменить связь со средой и т. п. Обычно специалист, ведущий анализ, выбирает лишь некоторые универсальные характеристики и способы их изменений.

С помощью фантограммы можно получить большое количество сочетаний, из которых, как показывает практика, 60–70 % имеют определенный смысл. Это намного больше, чем при обычном морфологическом анализе. Применение фантограммы заметно упрощает выбор нужных решений.

Однако, несмотря на усовершенствование метода морфологического анализа, общим недостатком его остается отсутствие практического, универсального способа оценки вариантов сочетаний элементов и параметров, отбираемых для использования. Неопределенными и далеко не всегда оптимальными являются и характеристики новых устройств или технологий, в основу формирования которых положена та или иная отобранная, ранее неизвестная комбинация параметров.

Практика показала, что метод морфологического анализа, расширяющий область поиска, можно применять при совершенствовании, модернизации действующих и проектировании новых технических и других систем. Но, когда требуется высокий уровень решений, с помощью этого метода такое решение достигается редко и оно не гарантировано.

Выше приведены наиболее распространенные методы систематизации поиска. Но при их применении мало или совсем не используются возможности психологической активизации творчества. Этот пробел в определенной степени восполняется группой отдельных ассоциативных методов. Они основаны на свойстве мозга устанавливать те или иные связи между словами, понятиями, мыслями, а затем вспоминать, восстанавливать такие связи. В ассоциативных методах творчества интерес представляют дальние ассоциации и, главное, их цепочки, приводящие к неожиданному, казалось бы, скачкам мысли. Это есть метод мозгового штурма.

Перед началом мозгового штурма формируются две независимые группы генераторов идей и их критиков, экспертов. В первую группу численностью от 6 до 15 человек надо включать людей остроумных, эмоциональных, способных к абстрагированию и фантазированию, быстро и конструктивно реагирующих на предложения коллег. Кроме специалистов, имеющих отношение к обсуждаемой теме, в группу рекомендуется ввести одного-двух «посторонних». Практика показала, что нередко неожиданное решение исходит от того, кто просто не знает, что в среде специалистов направление, на котором у него возникла идея, считается или слишком сложным, или вообще бесперспективным [133–135].

Группа генераторов идей во время штурма работает в условиях полного запрета на критику, исключения и недоверчивого, пренебрежи-

тельного отношения к любой высказанной идее, пусть даже в виде иронической улыбки, жеста, мимики. Предложение должно быть высказано участником группы предельно кратко, оно не требует ни пояснений, ни приведения обоснований – нужна лишь идея. Участникам группы генераторов рекомендуется не только выдвигать собственные предложения, но и развивать и дополнять чужие, используя логические рассуждения и возникающие ассоциации.

Процесс мозгового штурма, возбуждая умственную деятельность генераторов, способствует рождению новых идей и по окончании сеанса. Поэтому там, где часто применяют этот метод, практикуют дополнительный сбор предложений. Многие предложения, появившиеся в результате продолжения работы мозга, оказываются весьма ценными.

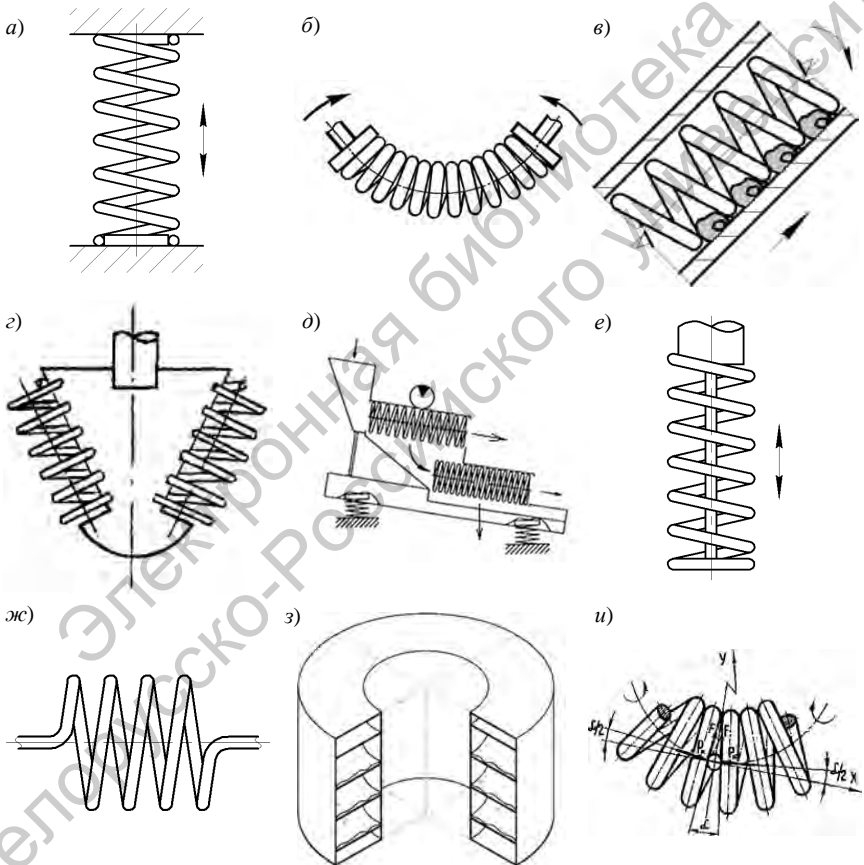
Считается, что мозговой штурм – это легкий и чрезвычайно быстрый способ коллективного поиска разнообразных идей при решении не особенно сложных технических, научных и организационных задач. Предпринимались многочисленные попытки модернизировать метод, расширить его возможности, повысить эффективность. Появился ряд разновидностей мозгового штурма, в том числе обратный, индивидуальный, парный, массовый, двух- и трехступенчатый, или поэтапный. Известны такие модификации, как «конференция идей», «совещание пиратов» (начиная с «юнги»), «кибернетическая сессия». Общим для всех разновидностей эффектом является некоторое расширение возможностей метода и «дожимание», развитие ценных идей при продолжении работы над ними после основного мозгового штурма.

Одним из общих достоинств рассмотренных методов активизации творчества следует признать их универсальность. Они приемлемы в технике, науке, управлении, могут помочь при творческом решении физических, медицинских, бытовых, т. е. самых различных задач. Универсальны эти методы именно потому, что принципы, на которых они основаны, не связаны с сущностью объектов творческого преобразования. Другим их достоинством можно считать легкость освоения. Для полного овладения рассмотренными методами не требуется специальное длительное обучение участников творческого поиска. Исключение составляет лишь метод синектики.

Общий недостаток методов активизации творчества – относительно низкая их эффективность. Даже лучшие из них (морфологический анализ и мозговой штурм), как правило, лишь увеличивают количество идей, альтернативных решений, но не повышают качество, т. е. уровень и скорость решений. Недостаток в современных условиях весьма существенный, подтверждающий необходимость настойчивого развития методологии творчества. Практика творческого поиска показала, что целесообразно

применять далеко не все из них, а лишь некоторый минимум базовых: метод контрольных вопросов, мозговой штурм, морфологический анализ, метод коллективного блокнота и некоторые другие.

О большом потенциале существующих методов решения изобретательских задач свидетельствует пример трансформации простейшей цилиндрической пружины для соответствующих технологических аппаратов. Итоговые результаты, основанные на применении методов синтеза новых технологических систем, приведены на рисунке 9.1.



а – амортизатор; *б* – гибкий вал; *в* – конвейер; *г* – смесительные лопасти; *д* – грохот; *е* – уплотнитель; *ж* – нагреватель; *з* – сушилка; *и* – мельница

Рисунок 9.1 – Примеры технологического использования пружин

Изначально пружина была изобретена как амортизатор или простейший возвратный механизм (рисунок 9.1, *a*). Дальнейшее развитие творческой мысли, основанной на использовании набора описанных выше методов поиска новых технических решений, позволило использовать синоним «пружина» для расширения ее функционального применения: гибкий вал, спиральный конвейер, смесительное устройство, просеивающая поверхность грохота, виброуплотнитель, нагревательный элемент, агрегат для сушки или обжига, пружинная мельница. Принцип действия этих устройств понятен из рисунка 9.1, *б–и*. Авторами сравнительно недавно разработаны конструкции, изображенные на рисунке 9.1, *д, е, з, и*, хотя другие решения, например, соответствующие рисунку 9.1, *б–г, ж* были предложены еще в XIX в. Это свидетельствует скорее не о том, что последние разработки очень сложные, а, наоборот, подчёркивает неэффективность существующих методов технического творчества для решения междисциплинарных задач в проектировании новых машин и агрегатов.

С целью расширения потенциала решения сложных задач в области технологического машиностроения нами предлагается целенаправленное формирование особой методической базы, учитывающей специфику отрасли, свойства материалов, методы их переработки, условия работы оборудования, современные научные достижения и другие обстоятельства инновационного развития.

9.3 Разработка методической базы создания новых видов технологического оборудования

Универсальную методическую базу по созданию принципиально новых видов технологических машин априори невозможно подготовить, т. к. человечество уже давно использовало бы её в своих практических целях. Следует все-таки обратить внимание на отдельные, достаточно обоснованные с научной точки зрения подходы, которые могут дать только весьма приближенное направление в решении обозначенных проблем.

Описываемая сфера относится к интеллектуальной области трудовой деятельности по созданию новых объектов техники и технологии. При этом общая стратегия творческой работы научных работников сводится к выполнению трёх основных процедур: анализа, синтеза и оценки. Интенсификация творческого процесса при решении соответствующих задач осуществляется на базе использования ряда частных методов, каждый из которых имеет свои особенности и степень влияния на достижение поставленных целей [136].

Анализ. Включает методы, обеспечивающие эффективное определение независимых компонентов проблемы, разделение проблемы на отдель-

ные задачи, поддающиеся решению, и методы решения. На этапах анализа и синтеза находят применения методы мозговой атаки, синектики, ликвидации тупиковых ситуаций, использования аналогий и статистических данных, данные экспертов и т. д.

Синтез. Содержит рекомендации и методы по выполнению операций соединения частей для получения нового эффекта. На этапе синтеза применяют метод контрольного перечня вопросов, подлежащих оценке и важных для аналогичных ситуаций, метод выбора критериев оптимального решения, метод ранжирования и взвешивания решений на основании общей шкалы оценок, выбор базового варианта создаваемого объекта и оценки возможности его практической реализации.

Оценка. Базируется на системе методов, обеспечивающих изучение и прогноз последствий от практического применения нового объекта и выявление его технико-экономического значения для реальной производственной сферы, а также для экологической безопасности.

Не вдаваясь в детализацию существующих методов решения изобретательских задач, которые достаточно предметно освещены в соответствующих работах, приведём ряд укрупнённых подходов, позволяющих рассматривать их как своеобразную основу методической базы создания принципиально нового технологического оборудования.

Рассмотренные материалы [1, 3, 137], связанные с развитием технологической сферы, актуальны для этой области производственной деятельности и дают представление о перспективах перевооружения промышленности, но не раскрывают путей их реализации. Суть современного этапа развития заключается не в эволюционных изменениях, а в смене технологических укладов. Например, сегодня дезинтеграторные технологии соответствуют только II укладу, а их инновационная модернизация не только чрезвычайно сложная, но и очень важная задача, требующая выработки особой стратегии.

Анализ состояния ряда промышленных технологий производства многих видов сырья и материалов доказывает, что эти технологии не только очень затратны, но и крайне несовершенны. В [19] частично отражено, чем обусловлено такое состояние. В основе проблемы лежит исторический парадокс технологического развития, связанный с корпоративным эгоизмом фирм-производителей оборудования, а ее решение не может быть однозначным. По сути, это должен быть целый комплекс взаимосвязанных положений, оценок и предложений.

Основного внимания требует объективное понимание состояния вопроса. Его основу определяет алгоритм действий, включающий последовательность «сырьё – технологии – базовое оборудование – техно-

логический комплекс – производственная структура – готовый продукт». За этой простой с виду цепочкой функциональных позиций видится сложнейший механизм, требующий учета всех явлений и закономерностей. Его основная идея – найти неизвестные ранее резервы и обеспечить их техническое воплощение [5, 64, 137–139].

В мире уже накоплен огромный массив технологических и технических решений, но их системное представление отсутствует. Особенно тяжёлое положение с оборудованием для крупнотоннажных производств. Такое оборудование сложно моделировать, а тем более проводить апробацию новых технологических решений, но основной преградой на пути перевооружения является нежелание производителей отказываться от выпуска металлоемких и дорогостоящих машин и осваивать производство новых, более совершенных, что грозит им спадом производства [4, 7].

Правильное понимание методов и механизмов решения этой проблемы даёт «Энергетическая концепция национальной безопасности» [5], следствием которой является обоснование целесообразности формирования новой отрасли промышленности – технологического машиностроения [6]. В качестве некоторых направлений разработки методической базы создания новых видов технологического оборудования приведём краткие сведения о технологической вибротехнике, адаптивных механизмах переработки дисперсных сред, некоторых новых представлениях о физико-химической механике, вариативных подходах в организации и проведении технологических процессов, а также обоснуем идеологию использования аномальных эффектов в реализации дезинтеграторных технологий.

Методы технологической вибротехники. Концепция и основные направления реализации технологической вибротехники основаны на вибрационных или динамических воздействиях при переработке сырья и материалов в промышленном производстве. Охватывают дробление и помол, уплотнение, обжиг, сушку, смешивание и другие процессы, являющиеся самыми объёмными и затратными в структуре современной промышленности.

Уникальность существующих методов вибротехники обусловлена широтой кинематических возможностей, повышенной энергонапряженностью, простотой приводного механизма, малой металлоёмкостью и, что особенно важно, созданием особых условий проведения рабочих процессов. К их числу следует отнести эффект тиксотропного «разжижения» структуры дисперсного материала, переориентации зёрен твердых частиц, снижения трения между ними, концентрации энергии и выброс её в виде кратковременного импульса, управление потоками движения дисперсных сред и ряд других.

Следствием этих эффектов и закономерностей является чрезвычайно высокая технологическая эффективность применения методов вибротехники в промышленном производстве. Например, существующая технология приготовления бетонных смесей и работа с ними почти полностью требует использования вибрационных машин, наиболее эффективными агрегатами для дробления особо прочных пород служат конусно-инерционные дробилки, а для устройства свайных фундаментов – вибропогружатели.

Важными конъюнктурными факторами, определяющими самое широкое использование вибрационных машин в технологических процессах переработки веществ, выступают высокий уровень современной вибрационной механики, наличие большого числа высококвалифицированных специалистов и научных школ и необходимая степень готовности выполненных, но, к сожалению, разрозненных разработок многоцелевого назначения [140].

Особое внимание следует обратить на перспективы распространения методов технологической вибротехники на процессы переработки дисперсных материалов, которые ранее осуществлялись традиционными методами, причем для многих применений необходимо создавать принципиально новое оборудование. По нашему мнению, даже такие уникальные агрегаты, как трубная шаровая мельница или вращающаяся печь, могут быть заменены вибрационными машинами, кардинально отличающимися от известных.

Из достаточно простых в техническом отношении направлений практической реализации технологической вибротехники можно считать следующие:

- совмещение в одном агрегате нескольких функций, например, измельчения и сушки, помола и смешивания, сушки в условиях пневмотранспорта, классификации и обогащения, помола и сепарации, механоактивации и уплотнения и т. д.;
- разработка и реализация адаптивных методов переработки дисперсных материалов, обеспечивающих приспособление рабочего оборудования к свойствам обрабатываемых продуктов, например, на основе повышенной деформационной способности рабочих органов или их больших степенях свободы движения.

Главной задачей создания вибрационных машин при этом является обеспечение их оптимального управления с учетом всех особенностей технологического процесса.

На примере реализации технологической вибротехники, основанной на адаптивных принципах воздействия на обрабатываемую среду, показана возможность почти все переделы осуществлять такими способами. Это

только подтверждает высокий потенциал использования вибрационных методов в технологиях массопереработки.

В большинстве приведенных вариантов оборудования достигается улучшение удельных показателей эффективности их использования в 1,5–2,0 раза, а в ряде случаев значительно выше. Такой потенциал можно существенно увеличить, но это требует дополнительных исследований по созданию принципиально новых вибрационных агрегатов, систем и технологий.

Это связано с информацией о применении технологической вибротехники в механических процессах, важная область использования которой – тепловые агрегаты (распылительные сушилки, аппараты с кипящим слоем, горелочные устройства, нагревательные камеры, печи различных типов и даже обжиговые установки).

Накопленный авторами опыт создания ряда технологических аппаратов, например, пружинных мельниц, молотковых измельчителей и пружинных уплотнителей бетонных смесей, основанный на решении, близкий по сложности и структуре задач, позволяет рассчитывать на успешное и, самое главное, быстрое освоение в производстве различных видов высокоэффективных машин и оборудования вибрационного действия для комплексной переработки сырья и материалов.

Адаптивные методы переработки материалов. Адаптация в технике и природе имеет один и тот же смысл и означает приспособление к условиям происходящих при этом процессов [61]. Правильное использование этого важнейшего функционального механизма открывает новые технологические возможности при проведении целого ряда взаимодействий в преобразовании дисперсных сред. Рассмотрим некоторые адаптивные подходы в реализации механических процессов технологической переработки дисперсных сред [61, 140].

Главной особенностью большинства известных измельчительных машин является жесткое, в традиционном понимании, выполнение рабочих органов. Это означает их невосприимчивость к внешнему силовому воздействию. Амплитудно-частотные характеристики их рабочих поверхностей не соответствуют природе обрабатываемой среды и оптимальным условиям подвода энергии к этой среде. В наилучшей степени таким условиям удовлетворяют рабочие органы, выполненные на основе упругих элементов [140] или имеющие зоны различных параметров воздействия на обрабатываемые продукты. В качестве типичных конструкций оборудования адаптивного действия можно считать пружинную мельницу [61], аппарат для помола с деформируемой рабочей камерой [141], центробежный помольно-смесительный агрегат, состоящий из рабочих камер с различным характером воздействия на обрабатываемый

материал [142] или универсальный измельчитель с иглофрезерными рабочими органами [63].

О потенциальных возможностях измельчительных агрегатов, которые являются самыми главными машинами в технологических процессах современных производств, достаточно достоверно свидетельствует энергонапряженность их работы. Термин «энергонапряженность» введен В. И. Акуновым [143] и означает отношение потребляемой мощности N , кВт, привода мельницы к полной ее массе G , т:

$$\Theta = \frac{N}{G}. \quad (9.1)$$

Из-за количественной неопределенности, думается, проводить детальный анализ этого показателя не представляет большой научной значимости. Это следует из-за некорректности значений энергонапряженности применительно к тем или иным конструкциям. Можно утверждать, что это приближенный метод оценки потенциальных возможностей измельчительных машин вне реальных закономерностей протекающих в них процессов.

Одной из главных тенденций развития измельчительных машин является реализация больших плотностей энергии в рабочем пространстве, которые характеризуются мощностью, приходящейся на единицу рабочего объема. Это более конкретный показатель, но и он в полной мере не отражает физику процесса, т. к. степень заполнения рабочим оборудованием помольной камеры находится в широком диапазоне даже для однотипных аппаратов. Развивая дальше методы оценки измельчителей по критерию энергонапряженности, можно предположить, что более достоверно этот процесс будет характеризовать показатель, определяемый как отношение подведенной, т. е. потребляемой, мощности $N_{\text{потр}}$, кВт, к количеству измельчаемого материала $G_{\text{матер}}$, кг, в единицу времени для непрерывного процесса измельчения:

$$E = \frac{N_{\text{потр}}}{G_{\text{матер}}}. \quad (9.2)$$

Функциональные возможности измельчителей можно оценить по максимальным контактным напряжениям, возникающим в рабочих зонах между рабочими органами и материалом или между частицами материала при их самоизмельчении.

Измельчение следует в идеале характеризовать не тем значением энергонапряженности, которое достигнуто в реальных условиях, а макси-

мально возможной величиной отношения затрачиваемой энергии на создание удельных напряжений, возникающих в частицах разрушаемого материала при таком виде нагружения, который соответствует условиям минимальной прочности разрушаемого материала и энергетически наиболее выгоден, и количестве материала, подвергаемого такому воздействию.

Согласно сформулированным положениям, наилучшим с точки зрения эффективности измельчения будет такой аппарат, в котором разрушению подвергается минимальное количество материала с максимальной концентрацией внешней энергии в нем. Очевидно, что в значительной степени этому условию соответствуют конструкции измельчителей с развитой поверхностью рабочих органов.

Методы физико-химической механики. В современных технологиях переработки дисперсных сред использование методов физико-химической механики является доминирующим научным и прикладным направлением [144]. Создание на их основе особых условий изменения свойств обрабатываемых материалов позволяет существенно интенсифицировать технологические процессы и проектировать оборудование, основанное на новых механизмах воздействия на исходные продукты.

Данная концепция модернизации технологических систем и комплексов особенно актуальна для крупнотоннажных производств, к которым прежде всего относится промышленность строительных материалов, металлургия, рудоподготовка, горная химия и др. Покажем это на нескольких примерах.

В 1928 г. П. А. Ребиндером, академиком АН СССР и основателем нового научного направления – физико-химической механики, выявлен технологический эффект адсорбционного понижения прочности [144–146]. Впоследствии этим ученым совместно с большим коллективом специалистов этот эффект был детально исследован и нашел широкое применение почти во всех отраслях современного производства.

Эффект Ребиндера заключается в облегчении процессов деформации и разрушения твердых тел в результате понижения поверхностной энергии на границе этих тел с внешней средой путем адсорбции ничтожно малых количеств поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые мигрируя в микротрещины, развивающиеся в деформируемых объектах, и многократно уменьшая поверхностную энергию, обеспечивают лучшие условия для диспергирования. Этот эффект значительно усиливается одновременным наложением дополнительных механических воздействий, в частности вибрационной обработкой дисперсных сред [147].

В целях обсуждения поставленной проблемы возможно высказать предложение, что, наряду с эффектом адсорбционного понижения прочности, возможен и обратный эффект – адсорбционное повышение проч-

ности. Факт, подтверждающий его существование, получен авторами на основе испытания образцов, приготовленных из строительных растворов и модифицированных твердыми адсорбентами [148].

Собственно, применение твердых веществ в качестве добавок, например, диатомовых в строительные смеси, известно давно. Однако кинетический потенциал этих веществ используется недостаточно, т. к. в реальных технологиях в них отсутствуют механизмы движения адсорбентов в те микропоры и активные поверхности вяжущего и заполнителя, где они должны быть в соответствии с оптимальной структурой бетонного камня [149]. Кроме того, подобная добавка, как представляется, должна «продвигать» мельчайшие частицы, входящие в агрегатные блоки одноименных компонентов, прежде всего цемента и самой мелкой фракции заполнителя, и путем последующего микродиффузионного взаимопроникновения частиц в микронеровности заполнителя формировать максимально плотную структуру бетона. Особая проблема в этом случае заключается в удалении мельчайших пузырьков воздуха с поверхности взаимодействующих компонентов.

Очень мелкие размеры частиц адсорбента, например, менее 3 мкм, обеспечивают хорошие условия для уплотнения, т. к. при этом происходит тиксотропное разжижение смеси.

Выбор твердого адсорбента обусловлен его большими потенциальными возможностями с точки зрения реакционной кинетики, а приготовление изначально на его основе водной суспензии обусловлено необходимостью получения высокоподвижной двухфазной системы, способной проникать в те зоны смеси, куда традиционные компоненты в силу своей крупности и наличия агрегатов или больших поверхностных сил, их удерживающих, пройти не способны.

Реализацию указанных механизмов реакционных взаимодействий в строительной смеси обеспечивает твердый высокодисперсный адсорбент, вводимый в ее состав совместно с «движителем» – водой. В качестве собственно адсорбентов может быть использовано большое количество как природных, так и искусственных веществ, в частности, трепела.

Результаты экспериментов показывают, что во всех случаях происходит значительное улучшение качества изделий, проявляющееся прежде всего в повышении прочности на сжатие и изгиб. Понижение подвижности смеси является условным, т. к. при наложении на нее даже незначительной вибрации происходит существенное увеличение подвижности и, как следствие, обеспечивается хорошая уплотняемость.

Показателен пример аномального повышения плотности образцов на модифицированной 0,5-процентным адсорбентом смеси, которая возрастает

по сравнению с контрольными образцами на 50–250 кг/м³ и при вибрировании сопровождается интенсивным выделением пузырьков воздуха.

Полученные данные свидетельствуют о значительном влиянии добавок трепела на показатели качества изделий из строительного раствора. Близкими по своей технологической эффективности получаются результаты и при введении адсорбента в другие строительные смеси, в частности, в различные виды бетонных смесей.

Предлагаемый способ приготовления строительных смесей, в отличие от известных, позволяет, используя потенциальные возможности высокодисперсных твердых адсорбентов, обеспечить получение более совершенных структур строительных конгломератов. Это выражается в первую очередь в существенном повышении прочности, например, на сжатие – до 50 %, на изгиб – более 50 %, или в возможности экономии 10–30 % цемента без потери прочности изделий.

Применяя метод технологической аналогии, можно достаточно уверенно предсказать, что эффект адсорбционного повышения прочности может быть также успешно использован в целом ряде промышленных технологий:

- производство силикатных материалов;
- производство асбестоцементных изделий;
- производство керамических материалов;
- приготовление асфальтобетонных смесей;
- производство пенобетона;
- приготовление формовочных смесей в литейном производстве;
- производство сухих смесей;
- пожаротушение;
- обогащение руд в циклах рудоподготовки;
- переработка отходов;
- производство лакокрасочных материалов;
- производство удобрений.

Описанные эффекты и положения физико-химической механики в полной мере показывают их чрезвычайно высокую эффективность, которая при создании оборудования с более высокой энергонапряженностью и дополнительными функциональными возможностями может поднять технологическое оборудование на новый конкурентный уровень.

Создание нового технологического оборудования на основе использования положений и эффектов физико-химической механики отличается большим разнообразием. Рассмотрим некоторые подходы, связанные с их реализацией.

Вариативные подходы в организации и проведении технологических процессов.

Под вариативными подходами следует понимать функциональное соответствие между непрерывно изменяющимися в процессах переработки свойствами материалов и условиями воздействия на них рабочими органами технологических машин, параметрами и режимами их обработки. Это так называемые аддитивные технологии, если рассматривать базовые переделы, или промышленные установки, которые характеризуются «разнопринципностью» приложения внешних воздействий или энергетических полей на обрабатываемые с их помощью материальные среды. Активизировать вариативные подходы возможно на основе, например, следующих направлений:

- использование вариативного метода проектирования, основанного на реализации в технологической стадии переработки различных механизмов воздействия на обрабатываемую среду [61];
- применение адаптивных механизмов переработки дисперсных сред, в том числе селективных способов воздействия [149, 150];
- осуществление обработки материалов в поле инерционных сил [151].

В химических производствах аддитивные технологии уже достаточно широко используются, а в циклах механической и тепловой обработки гетерогенных материалов это направление почти отсутствует с точки зрения фундаментальной науки. В весьма приближенном виде это, например, двухстадийное измельчение при помоле клинкера или дробление с одновременной сушкой. Однако на сегодняшний день полномасштабного научного обоснования такого подхода пока нет.

Аномальные эффекты технологических процессов.

Колоссальные энергетические, материаловедческие и экологические потенциалы современных технологий, достигающих только в стадиях чистого измельчения величин до одного порядка, требуют к себе пристального внимания. Одним из наиболее реальных путей прорыва в этой области может быть поиск и использование в реальных технологиях аномальных эффектов, их сопровождающих. Под аномальными эффектами будем понимать не только неизвестные ранее, но и неиспользуемые в процессах физические и химические эффекты, реологические и структурные изменения в композициях дисперсий, особенности организации и проведения обработки материалов и т. д.

Физико-механические свойства перерабатываемых материалов оказывают решающее значение при выборе того или иного способа воздействия на них. Из всего многообразия свойств материалов выделим следующие:

прочность, упругость, пластичность, хрупкость, твердость, ударная вязкость, абразивность. Причем для каждого конкретного материала необходимо выбирать наиболее характерное свойство или группу свойств.

Дадим обобщенную феноменологическую классификацию аномальных эффектов, которые сопровождают механические процессы переработки веществ или являются условиями, определяющими ее протекание. В соответствии с этим все виды воздействий внешних полей на обрабатываемые материалы можно свести в следующие группы [152]:

- изменение энергетического состояния: энергии упругого деформирования, количества теплоты, магнитного потока и т. д.;
- изменение состояния дефектной структуры: уплотнение, разрушение, упрочнение, разуплотнение;
- изменение фазового состояния: фазовые превращения, полиморфные переходы, плавление, испарение, адсорбция и смачивание;
- изменение химического состояния: химическое разложение, диссоциация, гидролиз, электролиз, термолиз, окисление;
- изменение реологического состояния системы: влажности, параметров внешнего воздействия, использования ПАВ;
- изменение параметров трения и износа: внутреннее и внешнее трение в перерабатываемой среде, изменение температурного поля.

Внешние воздействующие поля-факторы обуславливают изменение свойств материала в динамике. Однако исходными причинами изменения свойств являются изменения первоначального строения, состояния или состава. Величина, направленность и интенсивность конечного изменения свойств среды зависит от того, к изменению каких внутренних факторов приводит то или другое внешнее воздействие.

Можно выделить следующие процессы, протекающие в результате приложения внешних физических или вещественных полей к обрабатываемым средам:

- изменение сил связей между отдельными частицами горной породы: упрочнение или разупрочнение;
- изменение агрегатного состояния минеральной фазы: переход от кристаллического к аморфному строению и наоборот;
- изменение агрегатного состояния минеральной фазы: плавление, кристаллизация, кипение;
- изменение состояния среды и отдельных ее элементов;
- химические изменения из-за протекающих химических реакций: окисление, восстановление, растворение, диссоциация и др.

Следует различать непосредственное воздействие внешних полей на среду и последствие – остаточные эффекты изменений в ней после снятия

внешнего поля. При этом или полученный воздействием результат не сохраняется, снижается величина изменений по сравнению с прямым действием, происходит полный возврат в исходное состояние, или появляется прямо противоположный результат. Такое различие обусловлено характером прилагаемого поля, его интенсивностью, длительностью воздействия и особенностями среды.

Зафиксированный после снятия поля результат может быть либо стабильным и неизменным, либо продолжаться во времени, чаще всего в сторону восстановления исходного состояния. Каждое физическое поле или вещественная среда имеют определенные области воздействия.

Механические нагрузки. Механические нагрузки приводят в первую очередь к изменению напряженно-деформированного состояния горных пород. Результат этого изменения определяется видом воздействующих механических нагрузок и механическими свойствами обрабатываемой среды. При этом изменяются силы связей между минеральными агрегатами и, соответственно, свойства обрабатываемой среды. Механическое поле способно не только вызвать прямые изменения в напряженно-деформированном состоянии обрабатываемого материала, но и создать вторичные эффекты – нагреть материалы, повысить химическую активность, вызвать электронную, акустическую эмиссии из обрабатываемого продукта.

Тепловое поле. Это поле является наиболее универсальным по спектру всех возможных изменений в материале. Следует помнить, что сам по себе нагрев обрабатываемого материала – это уже изменение его энергетического состояния, а температура – не что иное, как характеристика уровня энергии колеблющихся частиц. Распределение и перемещение тепловых потоков в обрабатываемом материале приводит к возникновению в нем температурного поля, что, в свою очередь, изменяет напряженно-деформированное состояние как между отдельными крупными его частицами (макроуровень), так и между зернами и кристаллами (микроуровень).

Электрическое поле. Следует выделить воздействие статического электрического поля и электрического тока. Электрический ток в материале возникает в результате приложения к нему разности потенциалов в том случае, если в материале имеются свободные носители тока – электроны или ионы. Отсутствие свободных носителей тока приводит лишь к смещению частиц в материале – поляризации. При электронной проводимости в материале электрический ток оказывает чаще всего влияние на его свойства через нагрев. Это может привести ко всем изменениям, характерным для теплового поля. Электрический ток в варианте ионной проводимости, наряду с тепловым эффектом, изменяет также химический состав материала. Поляризация вызывает изменение энергетического состояния, появление механических напряжений.

Магнитное поле. Воздействие магнитного поля наиболее существенно для горных пород – ферромагнетиков. За счет намагничивания такие горные породы приобретают остаточную намагниченность, что изменяет их внутреннее состояние. Переменные магнитные поля из-за гистерезисных явлений часть своей энергии преобразуют в тепловую – происходит нагрев горной породы и, следовательно, возможны все явления, обусловленные тепловым полем.

Электромагнитное поле. Воздействует на материал комплексно – как электрической, так и магнитной составляющей.

Воздействие излучений. Излучения представляют собой как электромагнитные волны особо малой длины, так и потоки различных элементарных частиц – электронов, нейтронов, позитронов и др. В результате взаимодействия с материалом изменяется энергетическое состояние его кристаллов, нарушается их строение.

Вещественные поля. Эти поля – всевозможные жидкие, газообразные среды и в меньшей мере твердые вещества, контактирующие с материалами и проникающие в них. Вещественное поле способно самостоятельно воздействовать на минеральную или органическую фазу в результате протекающих при контакте различных физико-химических и химических процессов. Это, например, весь комплекс процессов воздействия жидкостей на тела – адсорбция, смачивание, понижение поверхностной энергии, растворение и химическое взаимодействие. Газы способны также адсорбироваться в поверхностном слое твердых частиц, растворяться в них, изменять поверхностную энергию, вступать в химическую реакцию и т. д. Между твердым веществом также могут протекать различные твердофазные реакции, особенно усиливающиеся при одновременном повышении температуры или механическом диспергировании.

Аномальные эффекты – это прежде всего способы управления совокупным процессом проведения различных технологий, решающие следующие основные задачи: изменение структуры вещества, управление реологической ситуацией, оптимизация движения обрабатываемой среды, требуемое температурное воздействие, создание нужного вещественного поля, снижение диссипативных потерь, совмещение различных стадий обработки в одном агрегате и т. д.

Представленные выше некоторые направления, позволяющие активизировать методическую базу создания нового технологического оборудования могут быть использованы при выполнении поисковых и прогнозных работ, а также на всех стадиях проектирования машин, агрегатов и технологических комплексов. Эти подходы реально отвечают исходным условиям создания новых видов машин и оборудования, которые будут служить основой создания новой отрасли – технологического машиностроения.

10 Потенциал повышения эффективности технологической сферы промышленного производства

10.1 Обоснование выбора основных направлений повышения эффективности технологической сферы

Рассмотрим основные направления повышения эффективности технологической сферы производства. Для этого, используя структурный метод анализа, в том числе межотраслевого характера, выделим наиболее важные составляющие, которые оказывают существенное влияние на повышение эффективности различных производств. С целью расширения описания общей картины факторов, влияющих на инновационное развитие технологической сферы, из всего их многообразия выберем и рассмотрим наиболее важные с точки зрения определяющего влияния на базовые показатели функционирования технологических комплексов. Считаем также целесообразным в число этих факторов дополнительно включить такие, которые к процессам переработки материалов непосредственно не относятся, но определяют организацию их выполнения, включая подготовку и завершение всего технологического цикла проектирования, производства и эксплуатации.

Исходными условиями при решении поставленных задач будем считать поиск и оценку источников энергосбережения в базовых отраслях народного хозяйства, прежде всего в процессах переработки и преобразования различных материалов и получения готовой продукции. Это итоговый и наиболее определяющий этап энергосбережения, т. к. именно здесь совершается полезная работа и производится целевой продукт.

Сегодня на технологические цели расходуются до 50–55 % всей вырабатываемой электроэнергии и 35–38 % всех остальных видов энергоресурсов [1]. И если, например, в коммунальном теплоснабжении, проблема энергосбережения имеет четкие контуры решения, то в промышленном секторе с его многоплановыми технологиями и чрезвычайно широким набором оборудования сложно вычлнить базовые процессы и обосновать нужные направления модернизации [153].

Прояснение сложившейся ситуации в необходимой степени сможет дать энерготехнологическая концепция национальной безопасности (ЭТК). Суть ЭТК [5] применительно к системам энергосбережения заключается в анализе, организации, функционировании и совершенствовании методов, средств и систем создания новых материалов, технологий, оборудования, производственных комплексов и продукции жизнедеятельности на условиях минимального энерго- и ресурсопотребления, высокой конкуренто-

способности и экологичности. Основная задача концепции – предложить новые механизмы модернизации отечественной экономики, обеспечивающие ее переход на инновационный путь развития.

Более 90 % всех производственных издержек, особенно энергетических, осуществляется на крупных промышленных объектах [7]. Идеологической базой обоснований авторов является то, что существующие технологии переработки веществ связаны с их огромными объемами и имеют низкую эффективность, особенно энергетическую. Применяемое оборудование очень часто функционирует на технических решениях еще XIX в., и для многих процессов, например, измельчения, его замена на новые не представляется возможной [4, 61].

Очень многие технологии, процессы и оборудование, основанные на единых принципах функционирования, широко используются в различных отраслях промышленности. Совместимостью характеризуются такие процессы, как измельчение, смешивание, грохочение, сушка, обжиг, гранулирование, классификация, прессование и ряд других, а также некоторые из них в совокупности. Этот список можно дополнить многими десятками других процессов, которые увязаны в единый технологический цикл и реализуются на комплексах оборудования по производству конкретных материалов. Для расширения диапазона рассмотрения и анализа проблем энергосбережения в перерабатывающей сфере в качестве объектов исследования выберем технологические переделы, под которыми следует понимать содержательно и пространственно обособленные совокупности технологических операций, составляющих часть полного технологического процесса изготовления конечной продукции [61, 96, 154].

Полностью воспользоваться классическими определениями не совсем целесообразно для межотраслевого анализа, что вынуждает остановиться на более широких трактовках. Выделим наиболее значимые для экономики Беларуси технологические переделы и перечислим их по мере функционирования производственного цикла: первичная подготовка и переработка сырья, дезинтеграторные технологии, тепловые переделы, технологическое ресурсосбережение, рудоподготовка и обогащение, переработка отходов, химические процессы и нанотехнологии.

Для более объективного анализа технологической сферы следует включить в состав рассматриваемых объектов функциональное проектирование, технологический транспорт материалов, технологический электропривод, технологическое энергоснабжение, оптимизацию строительных сооружений, возобновляемые источники энергии, инновационный менеджмент технологической среды и подготовку кадров. Они хоть и являются сложными процессами и факторами, но в значительной степени определяют

функционирование технологической сферы в целом. Совокупный перечень направлений повышения эффективности технологической сферы промышленного производства приведен на рисунке 10.1.

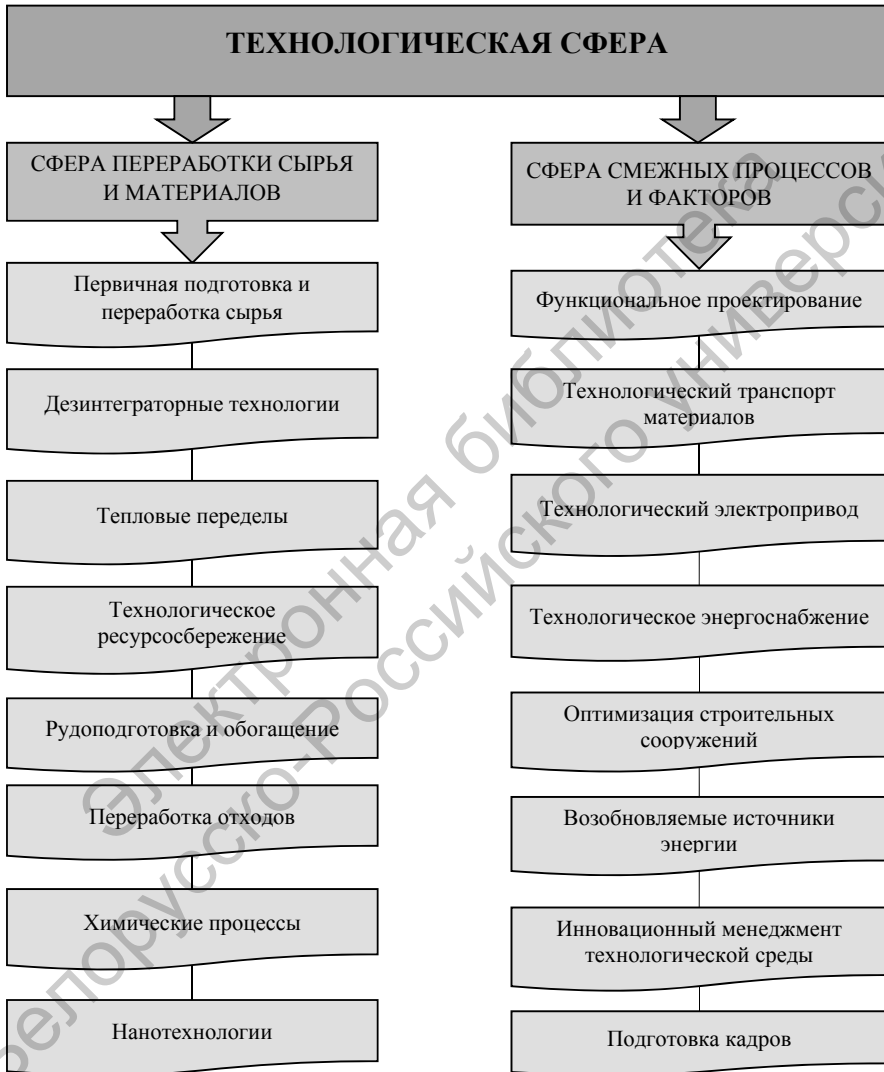


Рисунок 10.1 – Перечень направлений повышения эффективности технологической сферы промышленного производства

Рассмотрим более предметно представленные направления. Они не претендуют на классификацию и представляют собой авторское понимание важности влияния того или иного фактора на эффективность работы технологической сферы промышленного производства. Для удобства восприятия они условно разбиты на две основные группы – собственно производственные, т. е. такие, которые характеризуют закономерности протекания процессов переработки материалов, и непроизводственные, т. е. непосредственно в технологических преобразованиях не участвующие, оказывающие на них хоть и опосредованное, но достаточно важное влияние.

10.2 Оценка потенциала повышения эффективности технологических пределов и процессов

Первичная подготовка и переработка сырья.

Производство сырьевых материалов является одним из не только самых многотоннажных, но и наиболее энергоемких пределов. Обобщающей оценки его нет, что не позволяет дать количественное заключение о потенциале энергосбережения в этом сегменте. Общие объемы переработки сырьевой массы оцениваются не менее чем в 100–120 млн т в год. Например, только измельчению в Беларуси подвергается более 120 млн т материалов в год [3]. Первичные операции с сырьем охватывают также его рыхление, складирование, транспорт, сушку, сжигание, уплотнение, брикетирование и ряд других операций.

Первичная переработка сырья является подготовительной стадией в проведении огромного числа технологических процессов. К ней следует отнести вскрытие карьеров, буровзрывные работы, предварительное рыхление и дробление, резание и копание грунтов, разработку и добычу полезных ископаемых и нерудных материалов, гидромеханизацию, водоотведение, массоподготовку и приготовление смесевых составов, сушку исходных компонентов, сортировку, разделение и обогащение сырьевых материалов. Этот перечень можно долго продолжать.

К сырьевым пределам следит добавить переработку техногенного сырья, промышленных и бытовых отходов, утилизацию вредных веществ, регенерацию формовочных смесей, получение топливных пеллет, приготовление комплексных удобрений и т. д. Это так называемые вторичные сырьевые ресурсы, их объемы огромны, а выгода от использования очевидна.

Потенциал энергосбережения в циклах первичной переработки не только значителен по объему, но рассредоточен по большому числу объектов, его реализация требует разнообразного оборудования и сопряжена с крупными капитальными затратами. В целом энергосбережение в

сырьевых переделах развито слабо и нуждается в привлечении дополнительных ресурсов.

Не подвергая сомнению важность многих других стадий первичной переработки сырья, считаем, что наиболее актуальной проблемой для Беларуси является работа с переработкой влажных сырьевых и особенно карьерных материалов (мела, мергеля, глины, доломитов, торфа), обладающих высокой природной влажностью. По оценке авторов, в РБ общий объем их переработки составляет примерно 25–27 млн т в год [58]. Их основной потребитель – промышленность строительных материалов, где они применяются как при выборе технологии производства, так и для эффективной работы оборудования.

Для каждого из перечисленных материалов существует критический диапазон влажности, ограничивающий эффективность их переработки. Сегодня белорусские цементные заводы вынуждены использовать мел и мергель влажностью 20–30 %, склонные к налипанию, с мелкодисперсной пористо-капиллярной структурой и наличием крупных прочных и недробимых включений. Их переработка совмещена с сушкой, что ещё более усугубляет проблему и приводит к неоправданно высоким затратам.

Решение этой проблемы является первичной задачей, которую традиционными методами успешно реализовать не представляется возможным, т. к. требует устранения наслоения или налипания на рабочие органы машин сырьевой массы. По мнению авторов, технологический агрегат для таких целей должен иметь рабочую камеру и измельчающие органы, совмещенные между собой и выполненные, например, в виде подвижного цепного полотна с зубьями, а вне рабочей камеры должна быть зона дополнительного ударного измельчения и сушки, осуществляемой продувкой газового агента с эффектом механического съема (сушки) поверхностной влаги. Принципиальная схема агрегата для реализации этого подхода приведена на рисунке 10.2.

Агрегат для измельчения и сушки влажного сырьевого материала, состоит из рамы 1 с установленным на ней приемным бункером 2, внутри которого размещено рабочее оборудование цепного рыхлителя 3, связанного с кривошипно-шатунным приводом 4. В нижней части бункера установлен однороторный молотковый измельчитель 5, расположенный в камере для удаления влаги 6, снабженной патрубком для подачи газового агента 7, камерой для осаждения обработанного материала 8 и каналом для удаления отработанного газового агента 9.

За счет скоростного напора воздушного потока влага, содержащаяся на поверхности измельченных частиц и освобождаемая из капиллярных каналов посредством снижения сил поверхностного натяжения и выбивания

микрокапелек воды из капилляров, выходящих на поверхность частиц, выносятся из агрегата вместе с отработанным газовым агентом. Этот процесс носит динамический характер и отличается достаточно высокой интенсивностью. Обработанный таким образом продукт, потерявший значительную часть своей влаги, находящийся в поверхностных слоях, под действием сил гравитации ссыпается в камеру 8, а отработанный газовый агент вместе с отобранной влагой выбрасывается в атмосферу через канал 10 для удаления отработанного газового агента 9. Подсушенный и измельченный продукт отличается повышенной сыпучестью и хорошо подготовлен для последующих стадий технологической переработки [155].

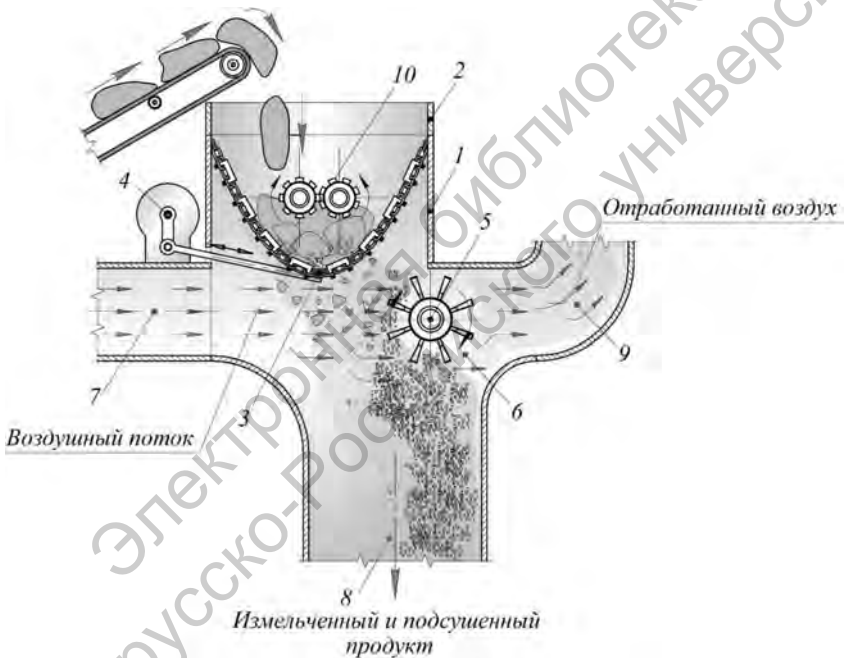


Рисунок 10.2 – Принципиальная схема агрегата для измельчения и сушки влажных материалов

Потенциал энергосбережения при использовании установок подобного типа на цементных и керамических заводах при суммарных объемах переработки 10 млн т влажного сырья, съеме 10 % влаги при условии, что 1 % влаги эквивалентен 3 кг у. т. [156], составит около 300 тыс. т у. т. Это

очень значимый уровень энергосбережения, и он особенно важен потому, что для его воплощения необходимо не более 50 агрегатов 2–3 типоразмеров. Подобное нововведение гарантирует улучшение условий и других стадий технологической переработки влажного сырья.

Важно иметь в виду, что первичная переработка сырья, как правило, является трудоемкой, дорогостоящей и энергоемкой операцией. Это требует пересмотра большого числа действующих производств и выделения из их состава наиболее энергозатратных для последующей модернизации. Здесь уместно использовать принцип внешнего управления, т. к. на многих предприятиях отсутствуют специалисты, способные понимать и решать проблемы первичной переработки сырья.

Технологии первичной переработки сырья нуждаются в правильном обобщении и осмыслении, их очень часто можно объединить в соответствующие группы и централизованно совершенствовать. Целостную оценку всех аспектов переработки сырья дать не представляется возможным, что только подтверждает необходимость работать в данном направлении.

Дезинтеграторные технологии.

Межотраслевой анализ промышленного производства показывает, что самой массовой и энергоемкой технологической операцией является измельчение, которое осуществляется в агрегатах различной конструкции и которое для удобства целостного восприятия можно объединить под единым определением – дезинтеграционное [4]. В состав операции измельчения, кроме основного, измельчительного, входит целый ряд дополнительного оборудования – грохоты, смесители, грануляторы, питатели, дозаторы, насосы и т. д., а также системы контроля и управления.

Измельчению в республике подвергается более 120 млн т различных материалов: калийная руда, сырье для строительных материалов, клинкер, зерно, металлические порошки, торф, отходы всех видов, наполнители, реагенты и т. д. Это тысячи различных видов продуктов и сотни самых разнообразных измельчительных устройств. На цели измельчения расходуется до 2 млрд кВт·ч электроэнергии и около 70 тыс. т мелющих тел и футеровки.

Оценка авторами дезинтеграторных технологий [7, 61] показывает, что потенциал энергосбережения от совершенствования дезинтеграторных технологий не является конкретной величиной, зависящей от эффективности того или иного технологического агрегата. Это многоплановый фактор, зависящий от уровня технологий и их организации, условий

эксплуатации, конструкций и набора оборудования, свойств перерабатываемых продуктов и др. Опыт работ в области развития средств дезинтеграции [16] позволял достоверно прогнозировать реальность снижения энергозатрат при их модернизации в 2–5 раз. Основываясь на минимальной границе этого прогноза, можно полагать, что суммарное энергосбережение в области дезинтеграции сырья и материалов в Беларуси может достигать 1 млрд кВт·ч в год при снижении расхода мелющих тел и футеровки на 30 тыс. т.

Тепловые переделы.

К тепловым переделам, осуществляемым при проведении технологических переделов, относятся сушка, обжиг, нагрев материала, автоклавная обработка, пропаривание, плавление и ряд других. Это наиболее энергоемкие процессы во всей технологической структуре промышленности. Потенциал энергосбережения в них огромен, но его реализация требует серьезного анализа, значительных капитальных затрат и сопряжена с определенными организационными трудностями.

Работы в данной области ведутся по следующим направлениям:

- создание и внедрение тепловых агрегатов нового принципа действия;
- повышение эффективности существующего оборудования;
- использование местных, альтернативных или возобновляемых источников энергии, а также топлива из отходов производства и местных материалов;
- осуществление рациональных схем энергоснабжения производства;
- оптимизация режимов работы и управления работой тепловых агрегатов;
- совмещение рабочего процесса тепловых агрегатов с другими видами обработки материала, например, с его измельчением;
- дополнительная подготовка сырья перед тепловой обработкой, например, гранулирование, естественная подсушка, обезвоживание, нагрев отходящими газами и т. д.

Наибольшее количество энергии потребляют металлургия и промышленность строительных материалов. Если при производстве металла на Белорусском металлургическом заводе (г. Жлобин) процессы выплавки достаточно отработаны, то производство строительных материалов не налажено. В первую очередь это производство цемента, извести и керамических изделий. Основной и самой энергоемкой операцией при этом является обжиг. По характеристикам реализации обжиг на цементных заводах РБ

существенно отстает от лучших зарубежных аналогов, в частности расход топлива на обжиг клинкера выше – не менее чем 50 кг условного топлива на 1 т цемента [149]. Такое положение недопустимо, и его следует исправлять.

Крупные технологические подвиги являются долгосрочными и требуют значительных затрат. Тем не менее, именно этот передел является не только наиболее значимым, сконцентрированным в крупных агрегатах, количество которых невелико, но и потенциально реализуемым. Примером служит вращающаяся печь, конструкции которой, разработанные более 100 лет назад, не только сами по себе огромны, но требуют больших затрат на эксплуатацию, в частности, на топливо.

Для мокрого способа производства цемента снизить затраты на 15–20 % можно за счет оптимизации работы цепных теплообменников. Это достаточно просто обеспечить путем вспенивания шлама перед его подачей во вращающуюся печь. В качестве источника порообразования хорошо подходят такие выгорающие добавки, как лигнин или торф. Вспенивание необходимо выполнять в зоне ввода шлама в печь с помощью, например, пружинного взбивателя, который дополнительно осуществит диспергирование и механоактивацию твердых частиц шлама.

Принципиально новой предполагается конструкция агрегата для обжига и сушки, которая при соответствующих доработках может заменить вращающиеся печи и сушилки различных конструкций. Схема такого агрегата изображена на рисунке 10.3. Установка состоит из вертикально установленной на пружинных элементах рабочей камеры, выполненной в виде винтовой спирали прямоугольного сечения с патрубками для подачи сырьевого материала, отбора обожженного или высушенного продукта, подачи теплового газового агента и отвода отработанных газов. Для привода используется вибрационный механизм, установленный на верхней части рабочей камеры. Работа агрегата организована по противоточной схеме, и им легко управлять.

Предложенная конструкция требует очень серьезных работ по реализации, выбору принципиально новых теплоизоляционных и конструкционных материалов, созданию приводного механизма для придания колебаний большим массам, обеспечению доступа для обслуживания рабочих зон и т. д. И это, тем не менее, побуждает ставить задачу создания такого или близкого по цели агрегата, который будет востребован на мировом рынке.

Потенциал энергосбережения по стадии обжига клинкера и извести при уровне снижения расхода топлива на 50 кг у. т./т и суммарных объемах их производств 6 млн т в год составляет 300 тыс. т у. т. О реальности этих цифр свидетельствует мировой опыт [157].

Дальнейшее совершенствование тепловых процессов в силу их важности для экономического развития является национальным приоритетом в области энергосбережения, имеет огромный потенциал и должно быть первостепенным в национальных, отраслевых и других программах.

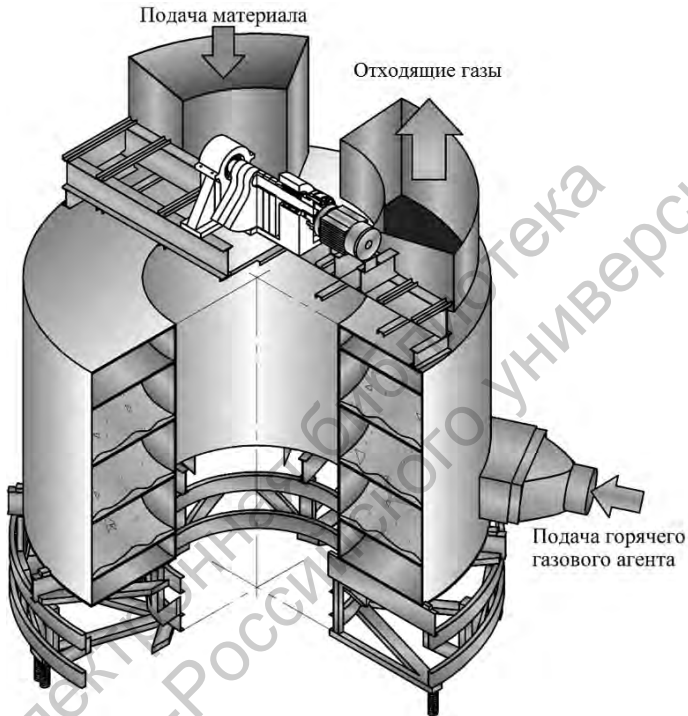


Рисунок 10.3 – Схема спирального агрегата для обжига и сушки

Технологическое ресурсосбережение.

Это направление непрямого энергосбережения базируется на РНТП «Ресурсосбережение», но авторам представляется возможным расширить его положения на стадии производства на основе совершенствования технологий и оборудования. На данном направлении можно получить колоссальный суммарный эффект энергосбережения от реализации множества различных по своей сути и значимости проектов.

Приведем несколько новых направлений ресурсосбережения, основанных на использовании технологических приемов переработки сырья и материалов. Это частные варианты, но они дают очевидное представление

о том огромном потенциале, который заложен в технологическом ресурсосбережении.

Рассмотрим механоактивацию строительных смесей. Это технологический прием, базирующийся на изменении реакционной способности твердых тел под действием механических сил. Повышение химической активности, снижение температуры плавления, спекания и других физико-химических явлений проявляется в веществах, накопивших энергию при измельчении.

Наибольший эффект механоактивация может дать при приготовлении бетонных и асфальтобетонных смесей. Проще это сделать на бетонных смесях путем встраивания механоактиватора в цепочку оборудования для их приготовления. Одним из таких аппаратов является пружинный смеситель-активатор, представляющий собой набор дугообразно изогнутых вращающихся пружин, установленных параллельными рядами в наклонной лоткообразной камере [61]. Процесс активации заключается в сжимающе-сдвиговом нагружении компонентов смеси, попадающих в клиновидные зазоры между витками пружин. Производительность таких агрегатов на закладочных твердеющих смесях составляет 50 т/ч, а установленная мощность только 13,2 кВт.

Разработано множество конструкций смесителей-активаторов, и при правильной организации мероприятий по их внедрению можно на каждом кубическом метре бетонной смеси экономить до 50 кг цемента без потери прочности изделий. Это так называемая раздельная технология приготовления бетонной смеси, и ее реализовывать наиболее эффективно непосредственно на бетонных заводах в момент затворения водой. Согласно подсчетам, механоактивация выпускаемой в стране бетонной смеси позволит экономить до 100 тыс. т цемента.

Аналогична значимость и открытого авторами эффекта адсорбционного повышения прочности. Подтверждение его существования получено на основе испытания образцов, приготовленных из строительных растворов и модифицированных твердыми адсорбентами; в частности, это порошки трепела [148].

Суть технологии сводилась к тому, что в воду затворения вводилось от 0,7 до 2,0 % от массы цемента мелкодисперсного трепела и далее осуществлялось приготовление раствора по традиционной схеме с вибрационным уплотнением образцов. Установлено, что их плотность возросла на 50–200 кг/м³, прочность – на 20–60 %.

Объяснение этому представляется в том, что адсорбент активно движется туда, где должны быть микропоры и активные поверхности вяжущего и заполнителя в соответствии с оптимальной структурой

бетонного камня с одновременным вытеснением мельчайших пузырьков воздуха. Механизм оптимизации структуры полидисперсной системы, а следовательно, и повышения её прочности основан на комплексном проявлении электростатического, адсорбционно-сольватного и структурно-механического воздействия.

Еще один путь ресурсосбережения – модифицирование и поверхностное вибростержневое упрочнение поверхностей деревянных конструкций. По сути, это нанесение татуировки на деревянные изделия. Реализуется такая иглотерапия нанесением защитно-декоративного слоя, например, лакокрасочного состава, и его виброобработкой стержнями диаметром 3–8 мм. Известная аналогия этому процессу – поверхностно-пластическое деформирование металлических изделий. Для деревянных поверхностей это проявляется в повышении плотности и твердости поверхностного слоя, росте глубины проникновения модифицирующего состава. Таким образом, увеличивается долговечность изделий и появляется возможность использовать вместо дорогостоящих пород, например, дуба, дешевые виды древесины.

Дать оценку эффективности энергосбережения от реализации технологического энергоснабжения не представляется возможным. Это многообразие технологий, материалов и оборудования, и без преувеличения можно отметить, что эффективность этого направления можно оценить в сотни тысяч тонн условного топлива и сотни миллионов киловатт-час электроэнергии.

Рудоподготовка и обогащение.

В обогащении и в ряде других технологий для переработки полезных ископаемых требуется разрушать природный или искусственный конгломерат на составляющие его компоненты таким образом, чтобы полностью их высвободить, точнее раскрыть, разъединить по поверхностям срачивания для последующего освобождения целевых зерен, используя различия в их физико-механических свойствах. К этому следует добавить, что во многих случаях необходимо получать максимальный выход частиц заданных фракций при минимальных потерях на образование мелочи. Эти процессы в понимании близки получению из горного сырья алмазов и изготовления бриллиантов.

Для Беларуси изложенное в более широком понимании относится к переработке калийной руды, дроблению нерудных материалов и доломита, получению гранулированных удобрений, переработке твердых бытовых отходов, машинной переработке электронной и другой сложной техники, утилизации резиновых шин и даже получению муки из зерновых культур.

Первостепенное значение это имеет для переработки калийной руды перед её обогащением и измельчением каменных материалов на щебень. Объемы этих материалов составляют около 40 и 20 млн т в год соответственно.

Степень извлечения хлористого калия из руды на ПО «Белкалий» составляет 85–90 %, а выход щебня товарных фракций не превышает 75 %. Это очень большие потери ценных минералов, и их реально, используя имеющийся опыт и имеющиеся наработки [158], уменьшить на 5–7 % каждый. Это очень значимые результаты, затрагивающие уменьшение горных работ, затрат на переработку и складирование, улучшение экологии, сохранение сырьевых запасов. По приближенным оценкам авторов, эффективность выполнения мероприятий такого рода в пересчете на электроэнергию суммарно может составить до 250 млн кВт·ч в год.

Переработка отходов.

Переработка отходов является национальной проблемой, а её решение во многом определяет экологическую безопасность и здоровье людей. Не прибегая к её строгому анализу, отметим, что первоочередная задача сегодня – переработка твердых бытовых отходов (ТБО), которые после предварительного отбора металла и некоторых других составляющих (макулатура, стекло, полиэтилен и др.) в преобладающем количестве (до 85 %) подвергаются захоронению.

Всего в республике в год образуется около 4 млн т твердых коммунальных отходов с энергетическим потенциалом около 1,3 млн т у. т., и его нужно использовать. Это можно осуществлять по следующим основным направлениям: сжигание как в составе технологических агрегатов для получения цемента, так и раздельное для энергетических целей, газификация ТБО и получение тепловой энергии, использование биогазовых установок на ТБО для работы с электрическими генераторами.

Степень «полезного» применения ТБО находится на низком уровне и сдерживается отсутствием собственных разработок, высокой стоимостью лицензий на зарубежные технологии и оборудование, которые не достигли необходимого уровня совершенства по экономическим, технологическим, экологическим показателям и, как правило, находятся в состоянии постоянной модернизации. Это, как следствие, требует активизации отечественных разработок в этом направлении.

Следует обратить внимание на технологию фирмы «Экомир» (г. Москва), позволяющую получать изделия строительного назначения на основе измельченных несортированных ТБО, которые после внедрения в них соответствующих химических реагентов и протекания между ними

взаимодействий превращаются в формовочные массы, обеспечивающие образование конгломератного массива прочностью на сжатие до 25 МПа.

Технологии и оборудование переработки различных видов отходов – это многоплановая работа больших групп исследователей и производственников, и она должна координироваться на государственном уровне. Очевидный потенциал энергосбережения по данному переделу составляет, по меньшей мере, сотни тысяч тонн условного топлива в год, но его оценить количественно можно только на основе анализа долгосрочных программ комплексной переработки отходов.

Химические процессы.

Оценка роли химических процессов в качестве одного из важнейших факторов снижения энерго- и ресурсопотребления при осуществлении большого числа технологических процессов необходима для формирования единой многоплановой системы исходных положений для обоснования создания отрасли промышленности – технологического машиностроения.

В современном понимании химия – наука о превращениях веществ, сопровождающихся изменением их состава и строения. Химические процессы лежат в основе получения основных продуктов, используемых человеком: металлов, пластмасс, удобрений, строительных материалов, боеприпасов, пищевых продуктов и мн. др. По мере развития химических знаний отдельные области химии – неорганическая химия, физическая химия, аналитическая химия – стали самостоятельными отраслями естествознания. На стыке химии и других отраслей возникли, например, геология, агрохимия, физико-химическая механика и ряд других наук. На их основе базируются химические технологии современных производств: металлургия, горная химия, производство пластмасс, нефтехимия [159].

Современные химические технологии позволяют синтезировать из сырья естественного и искусственного происхождения многочисленную и многообразную по своим свойствам продукцию, не уступающую природным аналогам или обладающую принципиально новыми качествами. Потенциальные возможности химических превращений различных веществ поистине безграничны.

По степени встроенности химических процессов в технологии производства различных материалов можно говорить о химических производствах или производствах, в которых собственно химические превращения составляют только часть общего процесса. Так, получение нефтепродуктов из нефти следует отнести к чисто химическим процессам, а производство изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения –

к технологиям с частичным использованием химических реакций – образования водорода, гидротации цемента и синтеза силикатного камня.

Протекание химических реакций определяется многими факторами и осуществляется в специальных устройствах – реакторах, котлах, мельницах, автоклавах, вращающихся и шахтных печах, двигателях внутреннего сгорания и др. От правильного выбора как самой химической реакции, так и оборудования для ее осуществления во многом зависит и эффективность всего технологического процесса производства или переработки различных материалов. Это следует учитывать при проектировании технологических комплексов и подходить к созданию нового оборудования на комплексной основе, увязывая в одно целое химические, механические, гидравлические, тепловые и другие процессы.

Нанотехнологии.

Нанотехнологии – это технологии, основу которых составляет создание и применение материалов, структура которых регламентируется в нанометровом масштабе (0,1–100,0 нм), т. е. в диапазоне атомов и молекул. Эти технологии подразумевают методы и способы работы именно с такими объектами и создание из них более крупных структур искусственным путем с использованием соответствующих механизмов их реализации.

Особое внимание следует обратить на так называемые консолидированные нанопорошковые материалы, которые широко применяются в различных технологиях и в значительной степени основываются на методах порошковой металлургии, а их получение базируется на использовании энергонапряженных механоактиваторов. В последние годы к традиционным подходам добавились и другие, расширяющие инструментальный потенциал и позволяющие получать материалы с новыми потребительскими свойствами.

Следует отметить так называемые конгломератные материалы [149], например, бетоны, композитное строение которых во многом определяется наличием в их составе консолидированных нанопорошковых составляющих, силикальцит, созданный Й. А. Хинтом [149], малоклинкерный цемент, разработанный М. Я. Бикбиу [157], механохимическая активация строительных смесей [56] и ряд других. Это крупнотоннажные производства, являющиеся основой промышленного развития и представляющие собой огромный источник энергосбережения.

Вклад нанотехнологий в экономику Беларуси пока не превышает долей процента, но это приоритетное и широко развиваемое в мире научное направление в последние годы получает значимое применение, что

отражено в соответствующих программах и постановлениях. Нанотехнологии не только имеют широкую по составу структуру, но и характеризуются высоким научным уровнем.

Особое место в составе нанотехнологий занимает производство конгломератных и дисперсных материалов на основе минеральных, органических, металлических или смешанных композиций или составов. Это прежде всего суперцементы, бетоны нового поколения, керамические изделия, огнеупоры, порошковая металлургия, лакокрасочные и защитные составы, эмульсии для дорожного строительства, смазочные материалы, топливные суспензии и т. д. [149, 157].

Эта часть нанотехнологий позволяет на данный момент проникнуть на рынки сбыта продукции и охватить собственными разработками различные направления. В первую очередь это оборудование, способное осуществлять измельчение до уровня наночастиц, диспергировать до требуемой гомогенности различные составы и композиции и получать частицы различных размеров, форм, дефектности структуры и её энергонасыщенности. Это, по сути, комплексное материаловедение и технологии получения продуктов с управляемой организацией их строения на основе частиц минимальных размеров.

Технологически механизм получения композиций описанного уровня определяется энергонапряженностью оборудования или физическими методами воздействия, которые используются для их переработки. Это формирует исходные условия, заключающиеся в том, что при механическом способе дезинтеграции размеры рабочих элементов должны быть минимальны, а контрактные взаимодействия максимальны. Физические методы, например, электроимпульсный, требуют оптимизации накопления энергии и ввода её в обрабатываемую среду с минимальными потерями на рассеивание [8]. Дополнительно следует учитывать многие технологические условия реализации таких процессов.

В качестве перспективных аппаратов для получения наноразмерных композиций и материалов могут быть волоконные, «иглофрезерные», штифтовые, вихревые и комбинированные мельницы и диспергаторы [63]. Они основаны на новых механизмах разрушения и удовлетворяют указанным условиям. К примеру, помол микрочастиц можно производить тончайшими стальными волокнами или «сечкой» из них, а также мельчайшими цилиндрами, полученными с помощью 3D-принтеров.

Развитие нанотехнологий идет быстрым темпом, и его трудно прогнозировать даже на короткий отрезок времени. На этом пути главным являются выбор перспективного направления и его практическая реализация. Потенциал энергосбережения здесь оценить пока не представляется

возможным, но его доля в балансе повышения энергоэффективности будет возрастать.

10.3 Другие направления и факторы повышения эффективности технологической среды

Функциональное проектирование технологических комплексов.

Это направление представляет собой первичное звено во всей цепи создания принципиально новых видов оборудования, которое изначально определяет облик проектируемых машин и комплексов. Это самый сложный и ответственный этап всего цикла создания конечной продукции. Основное отличие проектирования технологической машины от любой другой – полная зависимость эффективности ее работы от исходных характеристик перерабатываемого материала и их влияния на ход процессов.

В этом случае работу должен начать технолог-материаловед, который определит исходные условия проектировщику. В сфере переработки дисперсных сред и получения различных материалов столько вариаций и степеней их изменчивости, что даже через десятки лет на их предметный учет в соответствующих процессах вряд ли придется рассчитывать. И, тем не менее, именно в этом направлении есть уникальная возможность совершить технологический рывок. Фактором его реальности следует считать огромный массив знаний, накопленный человечеством в различных сферах деятельности и связанный со свойствами многих материалов, особенностей их поведения при обработке разнообразными способами и устройствами.

Следовательно, главной задачей создания «умной» технологической машины должно быть знание объекта, который она будет перерабатывать, что уже сейчас широко развивается в смежных отраслях под определением «мехатроника».

Технологический транспорт материалов.

Роль технологического транспорта материалов в обеспечении устойчивой работы технологических комплексов чрезвычайно велика, и на многих производствах транспортная инфраструктура предопределяет весь ход технологических процессов. Так, при производстве строительных материалов от 10 до 25 % всей потребляемой на эти цели электроэнергии расходуется на транспортирование сырья, передельных материалов и товарной продукции. Проблема усугубляется огромными объемами транспортируемого материала, многообразием его свойств, но, что особенно важно, большим числом технологических переделов, между

которыми необходимо выполнять различные транспортные операции и устанавливать соответствующие накопители – бункеры, склады, хранилища, емкости и т. д., а также целый ряд дополнительных устройств – пылесборников, кранов, утеплителей, освещения, систем контроля и защиты, механизмов для устранения слеживания и т. д. В реальных условиях производства это приводит к такому изменению технологической инфраструктуры, что зачастую транспортные агрегаты определяют весь облик предприятия. Если рассматривать еще и огромные капитальные и эксплуатационные затраты на создание и содержание технологического транспорта, то данная проблема приобретает чрезвычайную актуальность [160–162].

В первую очередь следует отметить вопросы проектирования промышленных предприятий, и это в первую очередь вопрос определяющей эффективности не только транспортной системы, но и всей производственной сферы деятельности. Подходы проектировщиков к его решению сводятся в лучшем случае к отбору отдельно достаточно эффективных средств транспортирования материалов, в худшем – скоплению этих материалов.

Технологический транспорт на предприятиях по переработке больших объемов материалов коренным образом отличается от традиционных видов транспорта материалов в большинстве других отраслей. Отличия заключаются в свойствах и объемах перемещаемых материалов, климатических условиях, характере транспортных систем и их траекторий, режимах функционирования, требованиях безопасности, температурных ограничениях.

Режим работы большинства транспортных систем является смешанным, т. е. непрерывным и поточно-циклическим, и осуществляется технологическим оборудованием различного назначения (например, для цементных заводов: добыча – первичная переработка сырья, подготовка смесей – обжиг, склад клинкера – помол цемента и множество других). Внедрение транспортного оборудования в технологические цепи расширяет площади производства, увеличивает капитальные затраты на здания и сооружения, инженерные сети, приводит к повышению эксплуатационных издержек [163].

Существуют различные варианты решения этой проблемы. Самый важный из них – сокращение стадий технологической переработки. Например, совмещение процессов помола и сушки сырьевых материалов, создание принципиально новых помольных систем для цемента, способных без ущерба для качества вести помол в открытом цикле взамен замкнутого, домол шлама в наносных установках, соединение в одном агрегате стадий

смешивания и помола, сушки и транспортирования, рыхления и измельчения, сушки и камневыведения для переработки глины и т. д.

Эффективное влияние на технологический транспорт материалов оказывает совершенствование основного оборудования. Применение проходных автоклавов вместо тупиковых упрощает транспортные коммуникации, использование пружинного грохота вместо традиционных позволяет избежать сушки продукта и, следовательно, убрать операцию по его перегрузке из сушилки, а внедрение в производство центробежного помольного агрегата комбинированного действия совмещает в себе несколько стадий переработки и таким образом сокращает ряд транспортных операций.

Важным резервом повышения эффективности производства является совмещение процессов транспорта материалов с различными технологическими процессами. В этом направлении вариантов практической реализации достаточно много, а комбинации разнообразны. Например, помол – сушка – пневмотранспорт, помол – смешивание – транспортирование, сушка в условиях пневмотранспорта и т. д.

Принципиально новым фактором снижения издержек технологического транспорта является использование в их структуре возобновляемых источников энергии. Прежде всего это энергия ветра, которую можно с помощью ветродвигателя концентрировать на турбинном колесе или ветророторе, а далее посредством компрессора возможно получать сжатый воздух и применять его по прямому назначению, в том числе для работы пневмотранспорта, помола или смешивания сыпучих материалов [164, 165].

Особую роль в технологическом транспорте занимает применение прогрессивных транспортных машин и оборудования. Многие задачи транспорта материалов уже успешно решены. Это работа с материалами, имеющими стабильные характеристики, со штучными изделиями, в составе машин наземного транспорта, подвижного состава, подъемно-транспортных машин и транспорта готовой продукции. Для таких условий транспортные проблемы успешно решаются.

Основные виды машин технологического транспорта хорошо известны и, несмотря на свою консервативность, успешно развиваются. В этом классе оборудования принципиально новые конструкции появляются крайне редко, и весь процесс их развития сводится к рационализации применения уже известных решений. Особую сложность вызывает встраивание агрегатов транспорта в технологические цепи, выполнение устройств для загрузки и выгрузки, дополнительных и вспомогательных устройств, средств контроля и управления. Следует также обратить

внимание на организационные вопросы выбора прогрессивных средств транспорта и их эффективного совмещения с основным технологическим оборудованием.

Немаловажное значение в повышении эффективности технологического транспорта занимает совершенствование технологий и модернизация основного оборудования. В качестве показательного примера может быть перевод обжига извести из шахтной печи в барабанную вращающуюся печь. Кроме снижения основных эксплуатационных издержек и повышения производительности, упрощается транспорт материала и улучшается его эффективность, т. к. отпадает необходимость его высотного выполнения. Во всех отношениях выгодным является широкое использование в качестве сырья отходов производства и местных материалов, т. к., кроме уменьшения дальности перевозки, это еще дополнительное ресурсосбережение и улучшение экологии.

Правильный выбор транспортирующего оборудования, организация и управление его работой с целью оптимизации технологии, минимизации издержек на эксплуатацию, обеспечение надежности и безопасности в работе с учетом технологических особенностей производства являются важной работой; ее научную основу составляет комплексная механизация и автоматизация всех видов транспортных, погрузочно-разгрузочных и других работ по обеспечению стабильности движения материальных потоков в составе технологических комплексов.

Транспортирующее оборудование должно быть неотъемлемой частью в единой схеме проектирования любого технологического комплекса. Цементирующей основой при этом является материаловедческая составляющая, объясняющая изменчивость свойств перерабатываемых материалов, их влияние на конструкции оборудования, его стоимость и эффективность эксплуатации. В действительности такого единства не наблюдается, что не позволяет оптимизировать проектирование, в том числе даже на уровне разработки технологических схем.

Состояние и современный уровень в области технологического транспортирования материалов, где имеется большое количество различных транспортных систем, технологий и методов организации процессов, свидетельствуют о том, что последние плохо адаптированы непосредственно к технологиям производства конкретных материалов и выступают как отдельные агрегаты. В то же время технологическое оборудование, осуществляющее собственно обработку этих материалов, в недостаточной степени оснащено функционально совместимой с ним транспортной логистикой – это комплексная транспортно-технологическая проблема.

Для решения проблем технологического транспорта в качестве первого шага необходимо создать дополнительную информационную базу, которая даст объективную оценку состояния в этой области и позволит сформировать направления ее инновационной модернизации. На данном этапе для этого требуется всесторонний анализ передовых достижений и наработок, обоснование новых прогрессивных технических, технологических и организационных решений, издание необходимых справочно-информационных документов по искомой проблеме и формирование новой методологической базы для научных работников, инженеров, аспирантов и студентов соответствующих специальностей.

Технологический электропривод.

Электропривод играет роль преобразования энергии и передачи её в преобразованном виде и по требуемому закону в рабочую зону. Необходимы электрические машины с управляемыми параметрами, обеспечивающими минимизацию энергопотребления. Особенно это важно для приводов крупных машин и агрегатов с переменными режимами работы. Технологическое энергоснабжение еще более многообразно и, кроме электрической, включает в себя тепловую энергию в виде пара, газа, горячей воды, преобразованные энергоносители, например, сжатый воздух. При этом экономически выгодным является применение когенерационных энергоустановок, монтируемых непосредственно на производственной территории. Это обеспечивает почти двукратное повышение энергоэффективности и делает производство независимым от внешних условий.

Известно [166], что до 80 % вырабатываемой в мире электроэнергии потребляют электроприводы различного исполнения, что свидетельствует о несомненной важности работ по энергосбережению в этой области. Существуют различные пути снижения потерь энергии в электроприводах. К ним относятся использование новых серий энергоэффективных электродвигателей, оптимизация режимов работы электропривода посредством применения силовой преобразовательной техники, оптимизация параметров технологических процессов и выбора электродвигателей по мощности и обеспечению их плавного пуска.

По данным [167], потенциал энергосбережения в промышленном электроприводе в Беларуси, использующем свыше 60 % производимой электроэнергии, за счет снижения потерь в самих электропреобразователях и при оптимизации осуществляемых с их помощью технологических процессов оценивается в 0,4 млрд кВт·ч/год, что составляет 0,9 % производимой в стране электроэнергии.

Технологическое энергоснабжение.

Это важно для функционирования технологической сферы направление, заключающееся в эффективном снабжении производственных предприятий электрической энергией, теплом в виде пара или горячей воды, преобразованными энергоносителями, например, сжатым воздухом.

Рассмотренные подходы являются первоочередными для крупных предприятий, где доминируют теплотехнологические процессы, особенно это актуально для тех производств, в технологических процессах которых заложено использование непосредственно топлива (природного газа, мазута, угля) для низко- и среднетемпературных технологических операций. Большие перспективы связаны с применением газотурбинных, газопоршневых и парогазовых установок, обеспечивающих 50–60 % экономии топлива, например, при внедрении газотурбинных агрегатов [168].

Применение газотурбинных установок (ГТУ) является наиболее эффективным, когда они «вписываются» в технологический цикл предприятий, заменяют в технологии традиционные заводские тепловые источники или теплосжигающие устройства. Высокоэффективными оказываются также решения по замене повсеместно применяемого окислителя, как правило, атмосферного воздуха, имеющего в РБ среднегодовую температуру около 1,3–1,8 °С на отработавшие газы в газовой турбине, в которых содержится 16–18 % кислорода (в атмосферном воздухе 21 %), но которые имеют температуру 350–560 °С. При этом более высокую температуру уходящих газов имеют газовые турбины большой единичной мощности. Существенным достоинством таких решений является не только использование «дарового» тепла уходящих газов турбин, но и отказ от целого ряда дорогостоящих элементов теплофикационных газотурбинных установок, таких как паровые или водогрейные котлы-утилизаторы, водоподготавливающие устройства, ввиду того, что они не нужны в обновленных технологических процессах.

При введении в строй ГТУ сохранится связь технологических установок с энергосистемой, что обеспечивает надежное покрытие электрических нагрузок либо от ГТУ при прекращении подачи электроэнергии с энергосистемы, либо от энергосистемы при отсутствии ГТУ. При этом электрическая мощность ГТУ может быть больше мощности, потребляемой заводом, и тогда избыточная мощность может выдаваться им в энергосистему или другим потребителям.

Многообразие технологических процессов производства самых разных продуктов, особенно при больших объемах их выпуска, приводит к необходимости поиска различных вариантов оптимизации технологического энергосбережения. Этап функционального проектирования должен

комплексно увязывать между собой все элементы технологической структуры. К числу наиболее важных производственных задач следует отнести также получение сжатого воздуха, где кроется огромный резерв не только экономии энергии, но и эксплуатационных издержек.

Нельзя не учитывать применение местных источников топлива, возобновляемых источников энергии, утилизацию образующегося тепла, теплоизоляцию печных агрегатов, рациональное расположение оборудования и коммуникаций. Эффективно также правильное использование необходимого для целей энергоснабжения оборудования: котлов, насосов, компрессоров, вентиляторов, регулирующих устройств, приборов учета и др.

Несмотря на очевидную важность для обеспечения энергоэффективности рассмотренных технологических переделов, всестороннего анализа рационального энергоснабжения до сих пор в полной мере не проведено, что не позволяет дать объективную оценку их влияния на энергоэффективность производственных процессов, а она в рассматриваемой ситуации необходима.

Оптимизация строительных сооружений технологической сферы.

Инженерные сооружения должны определенным образом соответствовать тому оборудованию, которое в них размещено, и тем условиям проведения производственных процессов, которые соответствуют оптимальным технологическим условиям. Строительные объекты должны минимизировать относящиеся к ним капитальные затраты, обеспечивать минимальное теплотребление, гарантировать требуемые условия монтажа, обслуживания и ремонта оборудования, способствовать хорошей транспортной логистике, иметь необходимую защиту в случае аварии, пожара или других непредвиденных обстоятельствах.

В мире уже накоплен большой опыт в этих областях, и его следует не только перенимать и использовать, но и активно развивать. Это необходимо делать в полной взаимосвязи с созданием принципиально нового технологического оборудования и технологий и стремиться в комплексе поставлять потребителям как оборудование, так и проекты на выполнение строительных работ.

Возобновляемые источники энергии.

Важным фактором, способным активизировать развитие технологического машиностроения, является комплексное использование в составе выпускаемого этой отраслью оборудования и комплексов соответствующих агрегатов для получения энергии из возобновляемых

источников: солнца, ветра, биотоплива, геотермального тепла и других. Эти направления хорошо известны и давно активно развиваются во многих странах [83, 102]. Приведем несколько конкретных примеров (наработок авторов) использования энергии ветра непосредственно в технологических процессах.

Ветроагрегат для получения сжатого воздуха. Конструкция непосредственно рабочей части ветроагрегата представлена на рисунке 10.4 [169]. Она включает в себя лопасти 1, смонтированные на главном валу 2 главного подшипника 3 ступицы 4. В гондоле 5 соосно размещены повышающий редуктор 6, связанный с центробежным компрессором 7, который соединен с трубопроводом 8, имеющим подвижное уплотнение 9, и снабжен воздухозаборником 10. Гондола 5 смонтирована посредством поворотного устройства 11 на мачте 12.

Принцип работы ветроагрегата данной конструкции, предложенной бывшим начальником Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР А. И. Сазоновым, отличается от известных включением в ветрогенератор центробежного компрессора 7, который через воздухозаборник 10 всасывает атмосферный воздух и нагнетает его в трубопровод 8, по которому под давлением 0,4–0,8 МПа он поступает на соответствующее технологическое оборудование. При этом гондола 5 поворачивается относительно мачты 12 в поворотном устройстве 11, а трубопровод 8 имеет подвижное уплотнение 9.

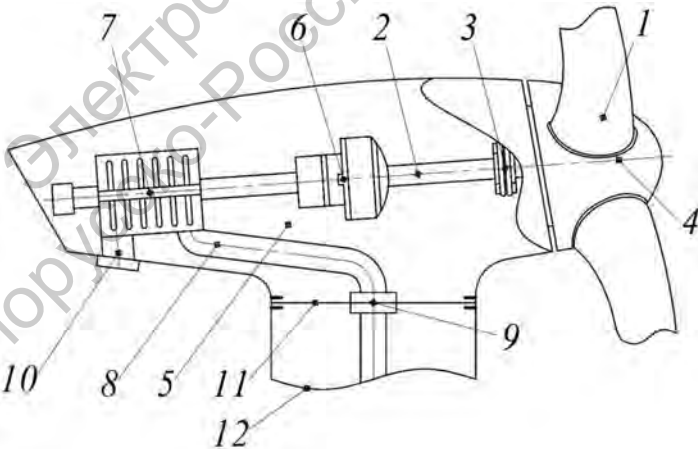


Рисунок 10.4 – Ветроагрегат для получения сжатого воздуха

Полученный таким образом сжатый воздух может быть использован для подачи в пневмосеть потребителя и выполнять различные технологические функции: помол материалов, смешивание, пневмотранспорт, классификация, сушка, барботаж, охлаждение, активизация процесса горения и т. д. Кроме описанной конструкции ветроагрегата, для заданных задач могут быть использованы и другие ветродвигатели, например, лопастные с вертикальной осью, роторные, турбинные, ортогональные и др. [83, 102].

Ветроагрегат для струйного измельчения [169]. Использование энергии ветра может кардинально изменить работу струйной мельницы. Ветроагрегат для струйного измельчения, изображенный на рисунке 10.5, содержит конфузур 1 для концентрации воздушного потока, в горловине которого в цилиндрическом корпусе 2 установлено турбинное колесо 3. Ротор 6 турбинного колеса 3 закреплён на опорах 4 и 5, а для выпуска отработанного воздуха предусмотрен патрубок 7. Вся ветроэнергетическая часть смонтирована на несущей конструкции 8, на которой установлены мультипликатор 9 и компрессор 10, кинематически соединённые с ротором 6 турбинного колеса 3. Забор воздуха в компрессор 10 и его подача под давлением в систему измельчения осуществляются соответственно через патрубок 11, соединённый с патрубком 7 для выпуска отработанного воздуха после турбинного колеса 3, и через напорный трубопровод 12.

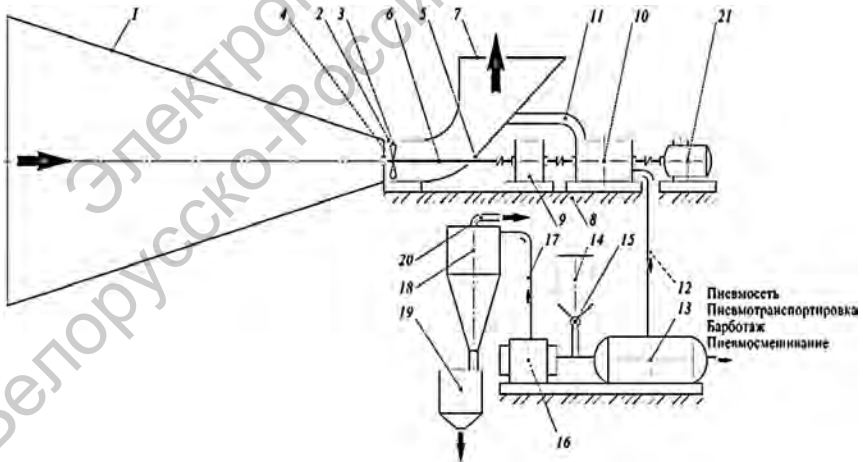


Рисунок 10.5 – Ветроагрегат для струйного измельчения

Технологическая цепь струйного измельчителя включает в себя ресивер 13, бункер 14 с исходным материалом, подлежащим измельчению, питатель 15, струйную мельницу 16, отводящий трубопровод 17, осадительную камеру 18, выходную трубу 20 для удаления отработанного газового агента. Встроенная в состав оборудования ветроагрегата обратимая электромашинка 21 обеспечивает устойчивую работу всей установки, выполняющая функции электродвигателя привода компрессора при недостаточной скорости ветра и генератора электрического тока в случае повышенной скорости ветра или неполной загрузки струйной мельницы.

На взгляд авторов, в качестве ветродвигателя в подобных конструкциях лучше всего использовать не турбинное колесо, а горизонтальный ветроротор, который удобно монтировать на промышленных объектах непосредственно в зоне проведения технологических процессов. При этом ряд аппаратов для тонкого и сверхтонкого помола, например, вибрационных, бисерных, пружинных, молотковых и др., можно непосредственно соединять с быстроходным валом. Наиболее целесообразно использовать подобный подход для работы мельниц с очень длительным циклом помола, которые мало чувствительны к колебаниям потоков ветра. Лучше всего этим условиям соответствуют вибрационные мельницы. Если аппараты для помола располагать непосредственно на выходном валу ветродвигателя, то главным недостатком такого подхода следует считать установку мельницы на соответствующей высоте.

Наши предки широко использовали энергию ветра непосредственно для совершения нужной работы, в частности, для помола зерна. В промышленности строительных материалов можно найти целый ряд других применений энергии ветра без ее промежуточных трансформаций. Так, откачку воды в карьерах осуществляет вертикальный роторный ветроагрегат, а замену напорных вентиляторов – скоростные осевые турбины. Следует также обратить внимание на тепловые насосы в составе рассматриваемых ветроагрегатов. Подобный список можно продолжить, но важнейшим является то, что значимый и доступный источник дешевой энергии и есть его реальный потребитель, который впоследствии будет экономить энергоресурсы.

Многоцелевой ветроагрегат с тросовым приводом рабочего оборудования. В качестве одного из вариантов использования такого оборудования представим установку для вибрационного помола материалов (рисунок 10.6), которая состоит из лопастей 1, мультипликатора 2, главного подшипника 3, ступицы 4 и гондолы 5. На выходном валу мультипликатора 2 закреплен эксцентрик 6 с шарнирно смонтированной на нем серьгой 7

с тросом 8, который своим нижним концом связан с подвесом 12 вибромельницы 11. Гондола 5 установлена на поворотном устройстве 9 мачты 10, а вибромельница 11 опирается на амортизаторы 13, 14 и имеет устройства 15, 16 соответственно для загрузки и выгрузки материала.

Принцип действия установки сводится к приданию тросу 8 возвратно-поступательных перемещений за счет вращающегося эксцентрика 6. В качестве возвратного механизма в процессе работы вибромельницы 11 выступают пружинные амортизаторы 13, 14. Процесс измельчения материала происходит в рабочей камере мельницы посредством многократных воздействий мелющих тел на частицы исходного продукта. Характер этих колебаний – вертикальные направленного действия, частота их равна частоте вращения выходного вала мультипликатора, амплитуда – двойной величине эксцентриситета оси эксцентрика относительно оси выходного вала мультипликатора.

Выбор вибромельницы в качестве объекта использования тросового привода для передачи энергии от ветродвигателя на рабочее оборудование обусловлен тем, что такие машины предназначены для тонкого и сверхтонкого помола, в том числе для получения значительной доли наночастиц, имеют длительный период времени от загрузки до выгрузки материала, а управление их работой удобно автоматизировать, например, по счетчику интенсивности процесса виброколебаний.

В ряде случаев, исходя из требований кинематики движения, целесообразно использовать двухтросовый привод. Пример его реализации проиллюстрирован на рисунке 10.7, на котором показано, что крутящий момент от главного вала 1 передается на мультипликатор (редуктор) 2, выходной вал 3 которого имеет два рабочих конца с закрепленными на них эксцентриками 4, 5 и шарнирно подвешенными тягами 6, 7. Установка эксцентриков 4, 5 в противофазах вращения позволяет исключить из конструкции возвратные механизмы, улучшить условия работы агрегата в целом и повысить его энергетическую эффективность.

Ветроагрегаты с тросовым приводом, по мнению авторов, могут быть использованы для распиловки древесины, подъема воды, например, при ее откачке из карьеров, перемешивания суспензий взамен барботажа в вертикальных емкостях и во многих других направлениях. Компрессорная генерация энергии может иметь очень широкое применение, но в ней много нерешенных проблем, в том числе главная – сам компрессор, который должен быть разработан под новые условия работы.

Разработанные варианты прямого использования энергии ветра в технологических процессах охватывают только некоторую часть из возможных направлений практического использования этого важного

направления энергосбережения. При правильном выборе объекта для внедрения разработанного оборудования можно ожидать, что его эффективность будет на 20–30 % выше по сравнению с известными ветроагрегатами. Это обусловлено сокращением цепочки преобразований энергии при передаче её от ветродвигателя непосредственно потребителю, исключением из состава оборудования ряда сложных и дорогостоящих узлов и агрегатов (генераторов, инверторов, токосъёмщиков и др.).

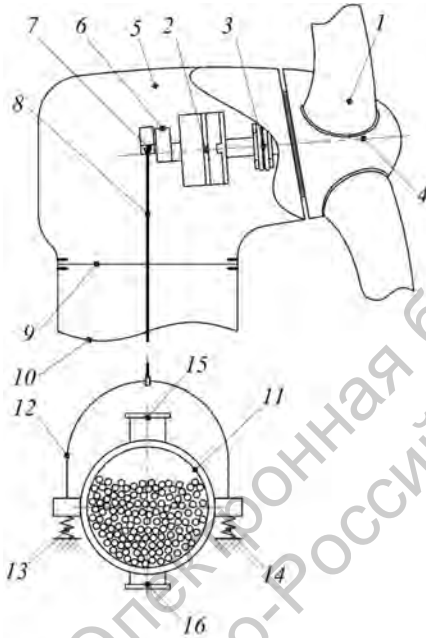


Рисунок 10.6 – Установка с тросовым приводом от ветроагрегата для вибропомола материалов

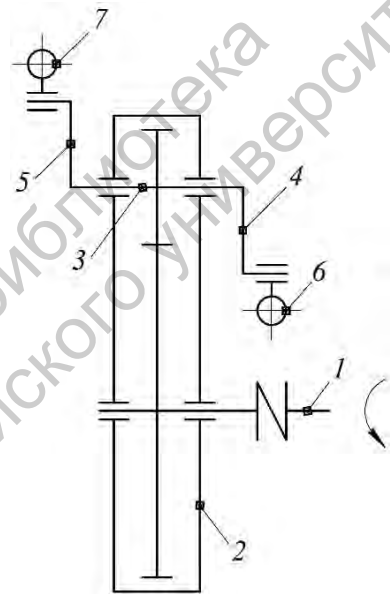


Рисунок 10.7 – Схема механизма для двухтросового привода рабочего оборудования

Прежде всего необходимо решить ряд сложных задач. Первой из них нужно считать привязку технологического объекта внедрения к стационарному ветроагрегату. Второй по важности является задача привязки характеристик реальных потоков ветра к технологическим условиям производства, использующего новый ветроагрегат. Кроме того, потребуется спроектировать надежные конструкции ветроагрегатов, создать системы

управления и скорректировать их совместную работу в составе технологических комплексов.

Прямое использование энергии ветра в современных технологических процессах крайне мало. В народном хозяйстве Республики Беларусь имеется множество направлений технологического применения энергии ветра. Следует, по мнению авторов, активизировать работы по созданию отечественных ветроагрегатов, основанных на новых технических решениях и обеспечивающих повышение энергоэффективности производственной сферы.

Инновационный менеджмент технологической среды.

Инновационный менеджмент – новое направление в области управления, основанное на применении нововведений в различных управленческих процессах с целью рационального использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов. Оно тесно связано с понятием «жизненный цикл изделия», которое охватывает этапы маркетинга, проектирования, производства, продаж, поставки, эксплуатации и утилизации [170].

В части практической реализации инновационного менеджмента применительно к различным видам продукции, которую могут производить предприятия, входящие в состав отрасли промышленности – технологического машиностроения, можно за основу принять алгоритм решения необходимой совокупности задач, предложений в [170].

1 Поиск идеи инновации и ее предварительное обоснование:

- анализ внутреннего и внешнего рынков и их оценка;
- создание информационного банка идей, инвестиционных предложений;
- поиск региональных и межотраслевых задач, необходимых для обоснования.

2 Организация исследования:

- поиск средств финансирования, в том числе инвестиционных проектов с возвратом денежных средств;
- разработка новых механизмов экономических взаимоотношений;
- создание страховых (рисковых) фондов или венчурных условий финансирования.

3 Организация конструкторско-технологических проектов:

- преодоление оторванности разработчиков проектов от реальных условий производства;

- максимальное использование лучших мировых достижений в данной области;

- расширение использования при технической подготовке производства CAD-CAM-систем.

4 Поиск партнеров в производственной сфере:

- подготовка промышленных предприятий к восприятию инновационных направлений реализации проектов;

- переоснащение технической базы производства;

- создание надежных систем обеспечения качества;

- ориентация на высокотехнологичные производственные структуры;

- создание новых производственных предприятий, в том числе в составе научных и образовательных учреждений (льготное налогообложение).

5 Поиск инвестора для реализации инновационных проектов:

- получение гарантий;

- подготовка группы специалистов к работе с инвестором;

- составление бизнес-планов и «пробивание» проектов.

6 Маркетинговые исследования:

- участие в выставках, конференциях, публикациях статей и т. д.;

- организация рекламы;

- создание специальных групп для проведения маркетинговых исследований.

7 Подготовка кадров:

- индивидуальная подготовка студентов к участию в конкретных проектах и работе на производстве;

- переподготовка инженерных кадров для предприятий;

- становление новых дисциплин, специализаций и специальностей.

8 Компьютерная поддержка всех этапов инновационного менеджмента.

В части менеджмента создания отрасли технологического машиностроения найти готовую модель решения пока не представляется возможным. Это явно оригинальная задача, которая в определенной мере перекликается, например, с опытом развития металлургии или создания подъемно-транспортного оборудования. Ее решение усугубляется, помимо поиска потенциальных инвесторов, необходимостью подготовить госчиновников к принятию нужных управленческих действий и поиску специалистов, способных выполнить подготовительную работу.

Подготовка кадров.

Нынешний уровень подготовки кадров для технологической сферы весьма низок. Это в равной степени относится как к специалистам-рабочим, так и к специалистам высшей квалификации. Учитывая значительную сложность стоящих перед новой отраслью задач, должны быть разработаны новые учебные планы, созданы новые специальности и коренным образом пересмотрена система обучения. Особенно это актуально для проектировщиков нового оборудования и технологов-материаловедов. Невозможно постоянно приглашать на работу выпускников вузов, которых на производстве, в НИИ или КБ сразу следует переучивать.

Важно иметь в виду, что нужных кадров для работы в отрасли технологического машиностроения сейчас крайне мало, и самое сложное состоит именно в том, что их неоткуда взять. Это должна быть системная подготовка, причем с гарантией и обеспечением необходимых условий и мотиваций. Люди старших поколений несут в себе достаточный объем знаний, но в силу различных причин (в том числе технических, из-за низкой компьютерной подготовки) эффективной отдачи от них не стоит ожидать. Молодое поколение не имеет опыта и практических знаний, а ведь только сидя за мониторами новые объекты не создать. В этом случае частным вариантом решения проблемы является создание творческих бригад, состоящих из специалистов разного возраста, с разным опытом и стилем работы.

Решение кадровых задач простыми методами невозможно. Очевидно, что при формировании структур технологического машиностроения наиболее приемлем вариант образования новых коллективов, т. е. на основе сбора специалистов из различных отраслей и постановки перед ними конкретных задач. Исторический опыт решения подобных проблем в Беларуси есть, а для реализации требуется только соответствующее решение и государственная поддержка.

Примерная оценка потенциала энергосбережения на основе выполненного анализа основных направлений повышения эффективности технологической сферы дает основания полагать, что неучтенная и не рассматриваемая в нормативных или плановых документах величина экономии составляет не менее 20 % всей вырабатываемой электроэнергии и, по крайней мере, 8–10 % других видов первичных энергоресурсов.

11 Дезинтеграторные технологии как область практического приложения отрасли технологического машиностроения

11.1 История развития и современный уровень техники измельчения материалов

Современные отрасли промышленности характеризуются огромными издержками на реализацию технологических процессов, основанных на измельчении материалов. На эти цели расходуется, по разным оценкам, от 5 до 10 % всей потребляемой электроэнергии, не менее значимы затраты на эксплуатацию оборудования, КПД которого, например, для шаровых мельниц, не превышает 1 % [4].

Для оценки современного уровня и перспектив модернизации техники измельчения необходим ретроспективный анализ её развития и оценки предпосылок механизации процессов измельчения. Большую роль в становлении и изначальном развитии техники сыграли часы и мельница, о значении которых К. Маркс писал: «... две материальные основы, на которых внутри мануфактуры строилась подготовительная работа к машинной индустрии, это – часы и мельница ...» [171]. При этом чисто прикладной основой создания машинного производства являются мельницы. К. Маркс также писал: «Вся история развития машин может быть прослежена на истории развития мукомольных мельниц» [171]. С самого зарождения мельниц для муки рука человека с предметом труда во время обработки не соприкасалась. В качестве двигательной силы для привода в движение мельниц стало возможным использовать животных, ветер и воду, а принцип освобождения руки человека от прикосновения с предметом труда был перенесен на другие трудовые процессы.

С древних времен человек использовал в своей практической деятельности большинство известных в настоящее время механических способов разрушения материала – сжатие,стирание, срез, излом, сдвиг, удар, скручивание и др., но для использования этих методов в массовых технологиях им не хватало источников энергии, т. е. двигателя. Следует уточнить, что еще до появления паровой машины уже существовали жернова, бегуны и толчеи.

Революционный скачок совершила техника измельчения в связи с созданием парового двигателя, что способствовало промышленному внедрению первых дробилок в середине XIX в. Параллельно шло наращивание технического потенциала в металлургии, металлообработке, механике, математике, химии, материаловедении. Наибольших успехов добились в этот период в Англии, Германии, Франции, США и в несколько меньшей

степени в России. Но, вероятно, величайшими достижениями этого времени были формирование нового мышления людей и переход на новый технологический уклад.

С XVIII в. научные достижения и крупные изобретения начинают носить интернациональный характер как в части их использования, так и в части создания. Происходит активный перенос полученных результатов из одной области техники в другую, причем их разработчики, как правило, не связаны друг с другом. Приведем некоторые примеры.

В 1784 г. англичанин Генри Корт получил патент на прокат железа между вальцами, что значительно упростило всю технологию [171] и послужило основой развития прокатного производства. В 1808 г. вальцы прокатного назначения стали основой создания валковой мельницы [172]. Приводом для этих агрегатов являлись паровые машины.

В 1785 г. шотландец Мейкл разработал конструкцию молотилки для зерна с барабаном с билами [173]. В определенном смысле можно считать, что это был прототип первых молотковых дробилок, появившихся в 1882 г.

На основании обзора научно-технической информации [173] можно утверждать, что с конца XVIII в. до 70-х гг. XIX в. были сделаны важнейшие изобретения и открытия, которые, не получив широкого применения в момент своего появления, стали фундаментом, на котором базировался технический прогресс последующей эпохи. В исторической цепи научно-технического развития звено техники измельчения материалов в своей основе сохранилось до настоящего времени, и потеря ее позиций в обозримом будущем явно не предвидится. Такая ситуация дает все основания выделить дезинтеграторную технику в особую область. Для современной оценки этой сферы производства целесообразно проводить ретроспективный анализ.

На процесс изначального развития дезинтеграторной техники повлияло много факторов, но, по-видимому, первостепенным была электротехническая промышленность. Именно во второй половине XIX в. благодаря электрической энергии стало возможным более рациональное использование природных источников энергии. Электрическая энергия и электрические машины в полном смысле слова совершили революцию в энергетике и технике и тем самым создали условия для нового колоссального технического прогресса.

Эти и другие сферы деятельности во многом привели к утрате интереса к технике измельчения, которая «застопорилась» в своем развитии. Безусловно, измельчающие машины оснащались новыми электродвигателями, в них использовались износостойкие марганцовистые стали для рабочих органов, их конструкции совершенствовались и постоянно

модернизировались, но принцип действия, а значит, и потенциальные возможности оставались на прежнем уровне.

Долгое время сдерживающим фактором было то, что измельчающие машины изготавливались как отдельные, хоть порой и очень большие, агрегаты, но не создавались как единые технологические комплексы, например, цементные заводы. Главной же причиной их отставания в развитии было то, что их производство не приносило тех прибылей, которые давали электротехника, автомобильная промышленность, энергетика, производство металла, химия. Те производители, которые обосновались на рынке дезинтеграторного оборудования, стали монополистами и не имели серьезной конкуренции.

Конец XIX в. и весь XX в. – важнейший период развития современного естествознания и его практических применений. Достижение в этой области оказало определенное влияние на создание ряда измельчительных машин (струйных, электромагнитных, виброинерционных, электроимпульсных, кавитационных и др.), но их использование осталось весьма ограниченным во многом из-за недостаточного уровня исследований в механике разрушения, материаловедении, реологии. Даже сегодня научно-техническая общественность очень слабо информирована об истинном состоянии сферы дезинтеграторных технологий и реальных возможностях ее перевооружения.

Современная промышленность характеризуется наличием большого количества технологических комплексов, осуществляющих многооперационную переработку материалов. Многократно возросли затраты на дезинтеграторные переделы, объемы переработки достигли колоссальных значений, но орудия труда в составе этих «новейших» производств остались неизменными со времен их первооткрывателей.

Для подтверждения представленных доводов и обоснований приведем исторические сведения о создании основных видов измельчительного оборудования (рисунок 11.1) и сопоставим их с существующими образцами техники аналогичного назначения [4, 56, 61, 174].

Согласно сведениям (см. рисунок 11.1), 14 из 24 конструкций предложены ранее 1900 г., а они не только используются в производстве до сих пор, но и осуществляют переработку основных объемов материалов. В разные периоды XX в. с учетом недостатков своих предшественников создавались другие виды измельчителей (см. рисунок 11.1, схемы 15–24), но они имеют весьма ограниченное применение за редким исключением (например, мельница самоизмельчения, использующая основные положения шарового измельчения).

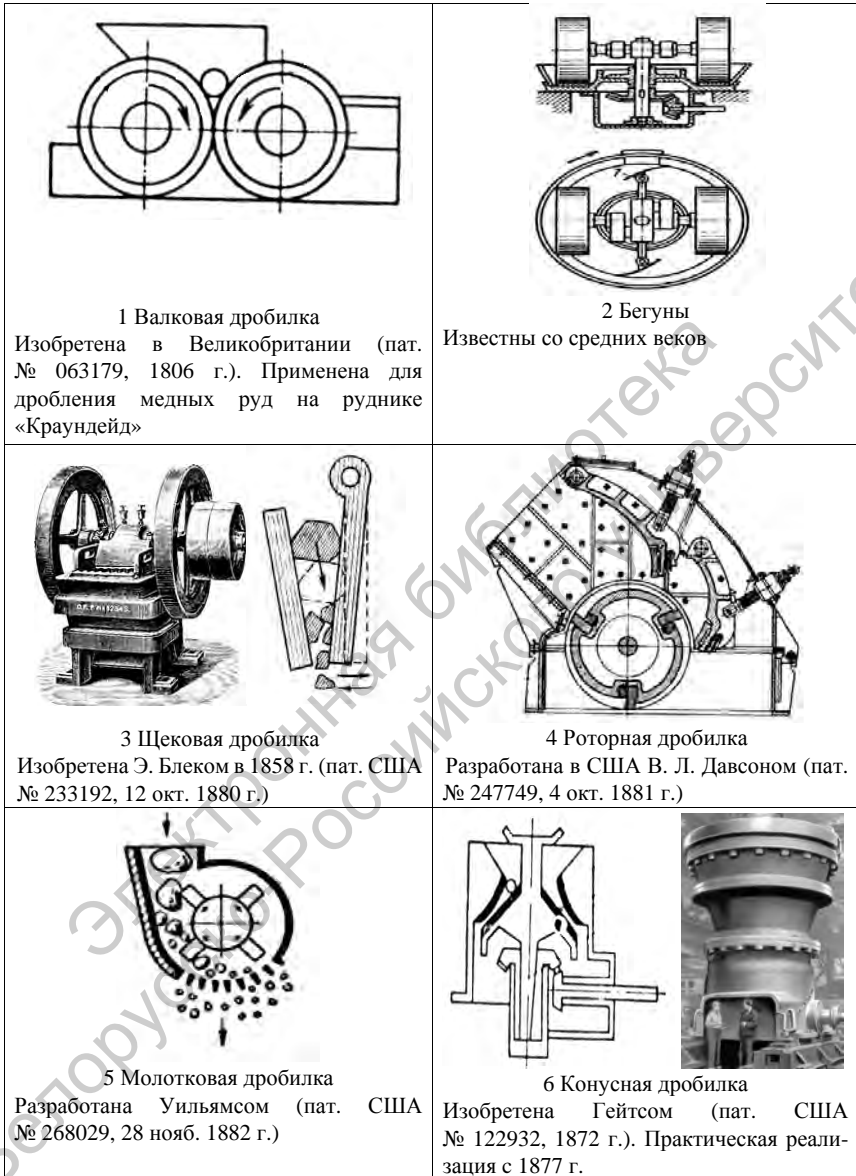
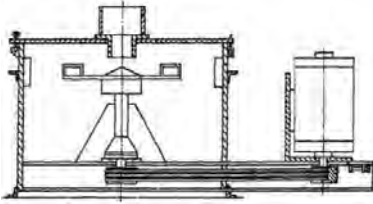
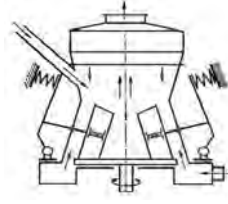


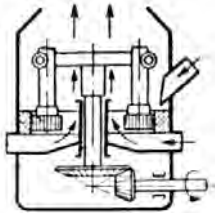
Рисунок 11.1 – Исторические сведения об основных конструкциях машин для измельчения материалов



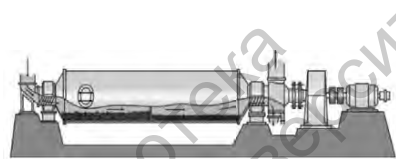
7 Центробежно-ударная дробилка



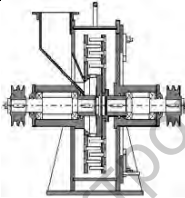
8 Роликовая мельница
Изобретена Шранцем в 1870 г. (пат. Германии № 100724)



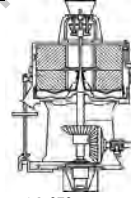
9 Роликово-маятниковая мельница
Изобретена в Германии в 1889 г. (пат. № 121581)



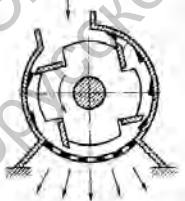
10 Шаровая мельница
Один из первых вариантов предложен К. Девидсоном (пат. Германии № 62871, 1891 г.)



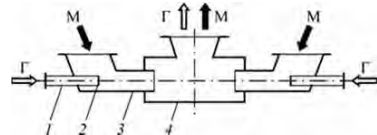
11 Дезинтегратор
Предложен Карром в 1859 г. (пат. Англии № 234075, 24 нояб. 1873 г.)



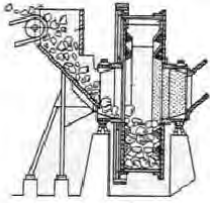
12 Жернова
Известны со средних веков



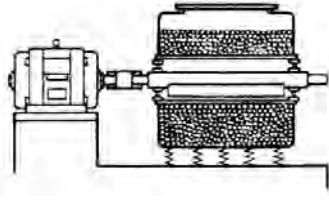
13 Ножевая мельница
Известна со средних веков



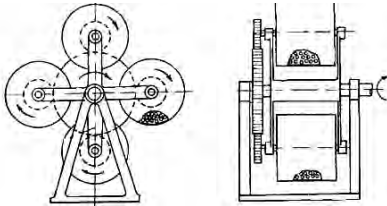
14 Струйная мельница
Идея использования струи сжатого газа запатентована в 1880 г. фирмой «Фарбен-индустри» в Германии (пат. № 135672, 1898 г.)



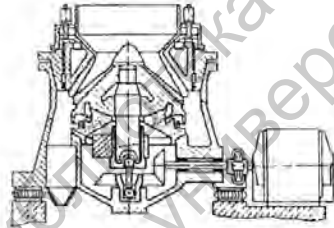
15 Мельница самоизмельчения
Известна с начала XX в.



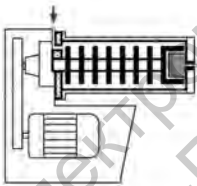
16 Вибрационная мельница
Разработана Вайнштейном в 1909 г. во Франции (пат. № 233164)



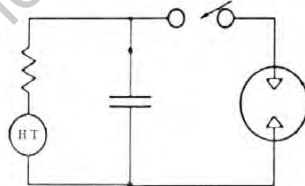
17 Планетарная мельница
Изобретена в 1887 г. Фридрихом Вегманном (пат. Швейцарии № 44396, 20 июля 1887 г.)



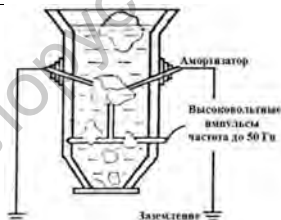
18 Конусно-инерционная дробилка
Изобретена в СССР в ВНИПИ механообработки полезных ископаемых. Активно совершенствуется с 1948 г.



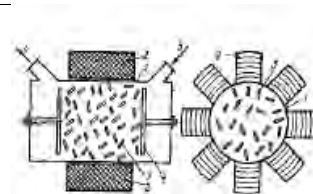
19 Бисерная мельница
Запатентована в США в 1952 г. (пат. № 1873027)



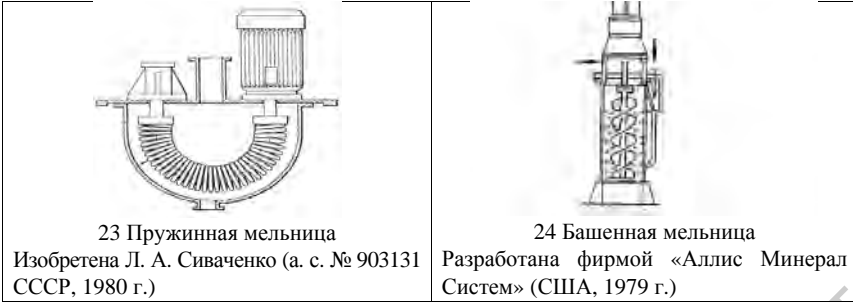
20 Электрогидравлическая мельница
Изобрел Л. А. Юткин в 1950 г.



21 Электроимпульсная мельница
Известна с 60-х гг. XX в.



22 Электромагнитная мельница
Предложена в СССР в 60-х гг. XX в.



Окончание рисунка 11.1

Представленная информация позволяет констатировать: современная техника измельчения в основном базируется на принципах действия и конструкциях машин XIX в., которые исчерпали свои возможности и должны быть заменены на новые и более совершенные.

Сопоставив конструкции измельчительных машин, приведенных на рисунке 11.1, с современными [4, 61, 174], нужно отметить, что основная часть машин (прежде всего схемы 1–15) построена на одних конструктивных признаках и существенных отличий не имеет.

В ходе сменяемости поколений техники на протяжении последних 100 лет прослеживается влияние фактора надежности оборудования. Именно соображениями надежности объясняется, что барабан как основная конструкция машины для разрушения постепенно вытеснял все остальные конструктивные варианты дробилок и мельниц. Действительно, уже в четвертом поколении техники все операции дробления и измельчения, за исключением лишь крупного дробления, осуществляются с помощью барабанных мельниц. Пятое поколение продолжает эту тенденцию. Достигнуть уменьшения крупности измельчения, увеличения производительности и одновременно снижения габаритов машин стремятся за счет повышения энергонапряженности рабочего пространства барабана. Действие гравитационного попытаются усилить действием центробежных вибрационных полей, а также дополнительными механическими воздействиями [61, 151].

Важнейшим фактором, определяющим надежность оборудования, является износ измельчительной гарнитуры. Именно по этой причине были созданы измельчители, обладающие большой износной массой, например, плиты щековых дробилок, или измельчающая среда сформирована засыпкой большого количества мелющих тел, например, для шаровых мельниц [151].

За более чем 100 лет промышленной эксплуатации измельчительных машин их конструкции существенных изменений не претерпели. Соответственно, не произошло значительной интенсификации их рабочих процессов. При этом не было повышения эффективности. Отсутствие фундаментальных обобщений механизмов разрушения твердых тел не позволяет в необходимой степени обеспечить измельчения, заложенного в природе материала [154].

Сложившаяся ситуация характеризуется тем, что базовые конструкции агрегатов для измельчения материалов с момента их создания принципиально не изменились. Основные нововведения в этой области за последние 150 лет связаны с многократным увеличением объемов перерабатываемых материалов, повышением степени измельчения и расширением номенклатуры подвергаемых обработке продуктов. В технологический оборот вовлекаются все новые материалы, с большим набором физико-механических свойств, а аппаратная база остается без существенных изменений. Это приводит к огромным энергетическим и материальным издержкам и не позволяет использовать в полной мере потенциальные возможности перерабатываемых материалов [4, 56].

Новые виды измельчительных аппаратов используются в основном в малотоннажных производствах и весьма ограниченно, что выглядит скорее архаично и еще более подчеркивает монополизм традиционных технологических агрегатов.

Кардинальные сдвиги в развитии техники измельчения невозможны без перехода к новому физическому принципу организации процессов дезинтеграции. Получение новых знаний в этой области приведет к качественному скачку в эффективности производства.

Как правило, это обусловлено крупными научными открытиями и инженерными разработками в технике и технологиях измельчения материалов [4, 56].

Инновационное развитие дезинтеграторных технологий произойдет только в том случае, если будет полная уверенность в их необходимости и, главное, в осуществимости. И если в первой части проблемы ни у кого нет сомнений, то вторая ее часть, напротив, почти у всех вызывает скепсис, основанием которому служит ряд утвердившихся гипотез, отрицающих саму возможность.

Авторы ставили своей целью с исторической объективностью показать этапы развития измельчительной техники, сопоставить ее исходный и современный уровни и в очередной раз озвучить проблему и необходимость модернизации дезинтеграторных технологий.

11.2 Опыт развития дезинтеграторных технологий в Советском Союзе

Значительный интерес представляют механизмы создания материальной базы и управления организационной структурой дезинтеграторных переделов в СССР. Историю становления отечественного технологического машиностроения следует начинать со второй половины 20-х гг. XX в. В этот период одновременно с закупкой дробилок, мельниц и другого оборудования зарубежного производства велось строительство крупнейших машиностроительных заводов, таких как «Уралмаш» (г. Свердловск), НКМЗ (г. Краматорск) и некоторых других. Первые партии оборудования эти заводы производили путем копирования зарубежных образцов, а затем на основе собственных разработок расширили номенклатуру и типоразмерный ряд. В последующие 2–3 десятилетия оборудование этих фирм уже в полной мере соответствовало мировому рынку и пользовалось большим спросом.

Военный период не способствовал развитию этого направления, но начиная с 46–48-х гг. XX в. руководство страны и лично И. В. Сталин уделяли дезинтеграторным технологиям самое пристальное внимание. Так, в этот период был создан ВНИИ тонкого измельчения строительных материалов, который основное внимание уделял энергосбережению и получению новых материалов путем использования интенсивных механизмов обработки исходных компонентов, в том числе вибрационными, струйными, ударными способами, активно занимался внедрением ряда физико-химических эффектов и системного проектирования.

В этот период успешно функционируют или создаются научные и проектные организации (ВНИПИмеханобр, ВНИИстройдормаш, ВНИИнерудпром, ВНИИметмаш и др.), активно работают научные школы крупных вузов, институты, Академия наук. Промышленное производство дезинтеграторного оборудования осуществляют десятки заводов.

В стране в указанном направлении проводится большая работа, и основным ее результатом является полное обеспечение промышленных предприятий технологическим оборудованием отечественного производства. Показателен пример цементного производства, когда к началу 60-х гг. XX в. заводы отрасли полностью были переведены на отечественное оборудование за исключением некоторых агрегатов завода Э. Тельмана (ГДР). Были и серьезные потери. В 1958 г. из-за ведомственных и партийных разногласий был закрыт ВНИИ тонкого измельчения строительных материалов. Это, безусловно, колоссальная ошибка, т. к. до сих пор многие разработки этого НИИ превосходят мировой уровень.

Производство традиционно базировалось на серьезных научных исследованиях. Это была передовая в мире научная школа, ее определяли крупнейшие ученые П. А. Ребиндер, А. Ф. Тагарт, Б. Е. Левенсон, В. И. Ревнивцев, В. В. Болдырев, Е. С. Андреев, П. Ф. Овчинников, М. А. Хинт, П. М. Седенко, В. И. Акунов и др. Предприятия тесно сотрудничали с научными организациями, хорошо была поставлена подготовка кадров. Создавались различные творческие объединения, например, советская механохимическая ассоциация, в ГКНТ действовали различные комиссии, в целом успешно велись работы в рамках СЭВ. Создаваемое измельчительное оборудование продавалось во многих странах.

Накопленный научно-технический и производственный потенциал давал возможность стране сделать инновационный прорыв в дезинтеграторных стадиях производства, но общий застой сдерживал эти возможности.

Значимым в конце советского периода можно считать Постановление ЦК КПСС и Совета министров СССР от 12 декабря 1985 г. № 1230 по созданию Межотраслевого научно-технического комплекса «Механобр», который должен был координировать все вопросы развития дезинтеграторных технологий. Однако с распадом СССР эта организация прекратила свое существование.

В 1993 г. в Одессе проводилась Международная научно-техническая конференция «Сравнение различных типов измельчителей». Несмотря на представительный и очень сильный по составу участников научный форум, результат оказался почти нулевым. Единой методики оценки не было сформулировано (в принципе и по определению это сделать было невозможно), организационные вопросы не имели и для разрозненных экономик уже не могли иметь механизмы решений.

В сложившейся ситуации первой начала разваливаться научная сфера, затем произошел резкий спад производства машиностроения, далее снижение объемов производства другими предприятиями. На постсоветские рынки поступала продукция зарубежных фирм, более дорогая, но не всегда качественная. Последнее время отмечается не только сильное отставание, но и, по сути, разрушение технологического машиностроения. В России сложился «дикий» капитализм, в Беларуси всесильное чиновничество взяло управление на себя. Складывается сложная ситуация, состоящая в лоббировании определенными кругами интересов ряда зарубежных фирм по проектированию, строительству и поставке оборудования для производства цемента, силикатных изделий, нерудных материалов и др.

Вызывает целый ряд вопросов строительство Китая в Беларуси трех цементных заводов (Кричев, Костюковичи, Волковыск). Во-первых, это скоропалительный переход на сухой способ производства для сырья с

повышенной влажностью, во-вторых, отказ от приоритетного выполнения большинства работ своими силами, в-третьих, недостаточный уровень технологической эффективности новых производств. Здравый смысл показывает, что эти три завода можно построить по цене двух только за счет разумных организационных мероприятий.

Подобная обстановка сложилась также и в России. Результатом действий властей является полная изоляция отечественных специалистов и организаций от выполнения перспективных проектов, что противоречит национальным интересам.

Воспользовавшись отставанием Беларуси, передовые страны проводили технологическую интервенцию своей продукции на рынки. Они заметно упрочили свои позиции прежде всего не в создании разрозненных агрегатов, а в производстве технологических комплексов, в «подвязке» под них кредитов, лизинга и так далее. С точки зрения кардинального повышения эффективности работы базового оборудования сколь-нибудь значимых результатов в мире пока не получено, и здесь принципиальных различий между белорусской и западной продукцией нет.

Обобщим изложенное [175].

1 Дезинтеграторные технологии в СССР базировались на передовых научных представлениях и соответствовали мировому уровню.

2 Научные центры и предприятия-изготовители были рассредоточены по всей территории и не имели единого координационного центра. В стране отсутствовал механизм оценки различных технологий и аппаратов, не проводились их межведомственные испытания, в проектах технологий смежные разделы не учитывались, существовала ярко выраженная разобщенность.

3 Показательны примеры мирового лидерства Беларуси в направлениях с государственной поддержкой. Например, это конусно-инерционные дробилки, струйный способ измельчения, механическая активация строительных смесей и ряд других.

4 К настоящему времени изменились условия реализации научно-технических разработок, в частности, САПР, появилось компьютерное моделирование, улучшилась исследовательская и приборная база и т. д. Соединение этого потенциала с несомненным творческим энтузиазмом белорусских специалистов – это залог технологического прорыва.

5 Правильное использование административного ресурса открывает перед технологической промышленностью Беларуси возможность быстрого инновационного развития.

6 В Советском Союзе значимость дезинтеграторных технологий для экономики оценивалась правильно, но их влияние на смежные отрасли почти не учитывалось, что ограничивало целостную оценку проблемы.

7 Перевооружение дезинтеграторных переделов путем внедрения современных высокоэффективных технологий и оборудования является важной государственной задачей и требует незамедлительного решения. Опыт СССР является тому подтверждением.

11.3 Потенциал перевооружения производств на основе совершенствования техники и технологии измельчения материалов

Любое технологическое нововведение требует экономического обоснования. Разработанная концепция вызывает необходимость проведения объективной экспертизы и оценки эффективности её использования.

Полный анализ эффективности модернизации дезинтеграторных технологий по всем её составляющим является масштабной задачей и в рамках данной работы не может быть осуществлен. Проведем укрупненный расчет эффективности на основе упрощенных показателей применительно к дезинтеграторным стадиям переработки материалов на примере Беларуси и России с учетом представленной выше информации по состоянию на конец 2012 г.

В расчетах учтены только наиболее значимые составляющие, что свидетельствует о достаточной достоверности итоговых результатов.

Для Беларуси стоимость электроэнергии на помол материалов при цене 1 кВт·ч электроэнергии 0,12 долл. США и её расходе 2 млрд кВт·ч составляют около 240 млн долл. США. По данным [143], затраты, связанные с ремонтом измельчителей ввиду их износа, составляют примерно 50 % от стоимости измельчения. Остальные 50 % затрат приходится на стоимость электроэнергии. Следовательно, стоимость измельчения составит 480 млн долл. США.

Следует отметить, что стоимость мелющих тел в затратах, связанных с ремонтом, при их цене за 1 т 1200 долл. США и расходе 70 тыс. т в год составляет 84 млн долл. США.

Капитальные затраты на приобретение новой дезинтеграторной техники, разнесенные на срок её эксплуатации, который примем равным 20 годам, определим по показателю [143], в соответствии с которым масса оборудования, перерабатывающая 1 млн т материала в год, в среднем составляет 1000 т. Отсюда получаем, что на переработке 100 млн т материала в год задействовано оборудование массой 100 тыс. т. С учетом заданного срока эксплуатации ежегодно необходимо устанавливать новое оборудование массой 5000 т при его цене, по данным заводов-изготовителей, не менее 15000 долл. США за 1 т. В итоге годовые капитальные

затраты будут составлять 75 млн долл. США. С учетом стоимости монтажа этого оборудования, стоимости вспомогательных агрегатов и механизмов (питателей, дозаторов, бункеров, аспирационных систем, электрооборудования, контроллеров и др.) это значение, по меньшей мере, следует удвоить, т. е. получаем значение совокупных капитальных затрат 150 млн долл. США. В расчетах не учтены строительные работы, которые также весьма значительны.

Затраты на тепло, необходимое на сушку при совмещенных процессах помола, сушки и механотермической обработки материалов, оценены в 150 тыс. т у. т. В пересчете на электрический эквивалент из соотношения $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 0,32 \text{ кг у. т.}$ это составит около 470 млн кВт·ч электроэнергии стоимостью 56,4 млн долл. США.

Далее суммированием перечисленных составляющих затрат на проведение процессов дезинтеграции получаем их общую величину:

$$\Sigma C = C_{\text{эл}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{кап}} + C_{\text{тепл}}, \quad (11.1)$$

где $C_{\text{эл}}$ – затраты на электроэнергию;

$C_{\text{рем}}$ – затраты на ремонтные цели;

$C_{\text{кап}}$ – капитальные затраты;

$C_{\text{тепл}}$ – затраты на технологическое тепло.

$$\Sigma C = 240 + 240 + 150 + 56,4 = 686,4 \text{ долл. США.}$$

Для укрупненных расчетов эти цифры можно принять во внимание, хотя в целом в них не учтен целый ряд затратных статей. На этом основании можно достоверно получить удельные приведенные затраты на переработку 1 т материалов:

$$C_{\text{уд}} = \frac{\Sigma C}{Q}, \quad (11.2)$$

где Q – объем переработки материалов в год, $Q = 100$ млн т;

ΣC – суммарные издержки на переработку.

Удельные энергозатраты на переработку 1 т материала

$$C_{\text{уд}} = \frac{686400000}{100000000} = 6,86 \text{ долл. США.}$$

Важнейшей задачей является определение величины экономии соответствующих издержек при проведении перевооружения дезинтеграторных технологий. Для выбора понижающих коэффициентов снижения издержек воспользуемся как директивными значениями [4] (электроэнергия – 3–5 раз, металлоемкость – 6–8 раз), так и экспертными оценками [4, 143] (пропорциональное соотношение различных составляющих при проведении модернизации), а также авторской оценкой. Остановимся на следующих значениях понижающих коэффициентов:

- $K_э = 2$ – электроэнергия;
- $K_м = 3$ – металлоемкость;
- $K_р = 2$ – ремонтные цели;
- $K_к = 3$ – капитальные затраты;
- $K_т = 1,5$ – технологическое тепло.

Далее подсчет суммарной экономии от перевооружения дезинтеграторных технологий проводится по формуле

$$C = \left(C_{эл} - \frac{C_{эл}}{K_э} \right) + \left(C_{рем} - \frac{C_{рем}}{K_р} \right) + \left(C_{кап} - \frac{C_{кап}}{K_к} \right) + \left(C_{тепл} - \frac{C_{рем}}{K_т} \right) i. \quad (11.3)$$

$$C = \left(240 - \frac{240}{2} \right) + \left(240 - \frac{240}{2} \right) + \\ + \left(150 - \frac{150}{3} \right) + \left(56,4 - \frac{56,4}{1,5} \right) = 416,9 \text{ млн долл. США.}$$

Суммарная экономия, отнесенная к 1 т перерабатываемого материала, в итоге составит 4,169 долл. США.

С учетом общности экономик Беларуси и России, имеющих тесно связанные экономику и технологическую базу, аналогичные расчеты издержек и возможных выгод можно выполнить методом качественных и количественных соответствий показателей функционирования родственных и функционально однотипных производств.

Соответствующие показатели для Беларуси и для России сведем в таблицу 11.1.

Анализ полученных данных показывает, что для Беларуси и России удельные показатели процессов дезинтеграции и потенциальных возможностей повышения их эффективности примерно одинаковы.

Таблица 11.1 – Показатели затрат и возможной экономии при проведении дезинтеграторных технологий

Показатель	Беларусь		Россия	
	Затраты	Возможная экономия	Затраты	Возможная экономия
1 Расход электроэнергии, млрд кВт·ч	2	1	40	20
2 Стоимость электроэнергии, млн долл. США	240	120	4800	2400
3 Затраты на ремонт, млн долл. США	240	120	4800	2400
4 Капитальные затраты, млн долл. США	150	104,4	3000	2089
5 Технологическое тепло: количество, млн т у. т. стоимость, млн долл. США	0,15 56,4	0,05 18,8	3,0 1128	1,0 376
6 Суммарные затраты на процессы дезинтеграции, млн долл. США	686,4	416,9	13728	7265
7 Суммарные затраты на процесс в электрическом эквиваленте, млрд кВт·ч	5,74	3,47	114,4	60,054
8 Удельные затраты на переработку 1 т: стоимость, млн долл. США электроэнергия приведения, кВт·ч	6,864 57,1	3,47 29,0	6,861 57,1	3,632 30,27
9 Удельные затраты на одного жителя в год: стоимость, долл. США электроэнергия, кВт·ч	72,0 600,0	36,43 303,6	97,65 799,4	50,85 423,8

Для России большая (в 1,4 раза) душевая переработка материалов приводит к более значительной величине затрат и характеризует экономику как более сырьевую. Общая оценка ситуации: дезинтеграторные технологии чрезвычайно затратны и энергоемки. Следует также добавить, что, кроме прямых издержек, в дезинтеграторных технологиях приходится решать ряд важных организационных вопросов, связанных с дополнительным оборудованием и системами контроля и управления. Именно по этой причине представленная информация является первой попыткой выполнить оценку возможных перспектив от системной модернизации дезинтеграторных технологий и обосновать возможность направления их дальнейшего совершенствования.

Современные дезинтеграторные технологии, характеризующиеся чрезвычайно низкой энергетической эффективностью и имеющее наибольшее применение в промышленности, относятся ко II технологическому укладу [18]. Парадокс сложившейся ситуации обусловлен экономическим эгоизмом крупнейших производителей технологического оборудования,

нежеланием их отказаться от выпуска устаревшей и неэффективной продукции и направить все усилия на создание машин, отвечающих современным требованиям.

Особенно тяжёлая ситуация сложилась в ЕАЭС, прежде всего в России, Беларуси и Казахстане, где доминирующая сырьевая составляющая экономики усугубляется значительными энергетическими и другими издержками, минимизируя инновационный прогресс развития.

Потенциал энергосбережения, относящийся к дезинтеграторным переделам и смежным с ними технологиям, оценивается 5 % по электроэнергии и 1,2–1,5 % по котельно-печному топливу от всего потребления. Это огромные возможности инновационного развития, и их необходимо как можно быстрее и эффективнее использовать.

Важнейшей задачей перевооружения дезинтеграторных технологий является создание высокоэффективных технологических комплексов и организация широкомасштабного выпуска принципиально нового оборудования, способного вытеснить на мировом рынке продукцию аналогичного назначения. Реальные экспортные возможности в этом случае могут составить десятки миллиардов долларов США.

Для практической реализации поставленных задач требуется создание крупной корпорации наподобие «Роснано», например, «Техномаш». Условия её формирования и механизм финансирования могут быть организованы по традиционной схеме, а исполнительными субъектами – передовые научные организации и промышленные предприятия.

Таким образом, необходимо достоверно информировать научно-техническую общественность о проблемах и путях перевооружения дезинтеграторных технологий.

11.4 Основные направления развития техники и технологии измельчения материалов

Резервы повышения эффективности измельчения и диспергирования материалов колоссальны. Это подтверждается целым рядом исследований [4, 128, 176–182]. В зависимости от структуры, типа химической связи, наличия пустот и дислокаций и их размеров свойства частиц материала изменяются и требуют специальных подходов к обработке. Необходимы особые условия как для организации поведения перерабатываемой среды, так и для выполнения элементов рабочего оборудования.

Известно [177], что механические свойства минеральных материалов при разных видах нагружения находятся в соотношении

$$\sigma_{сж} > \tau_{сдв} > \sigma_{изг} > \sigma_{раст}, \quad (11.4)$$

где $\sigma_{сж}$, $\tau_{сдв}$, $\sigma_{изг}$, $\sigma_{раст}$ – прочности частиц на сжатие, сдвиг, изгиб и растяжение соответственно.

Соотношение этих показателей, например, для гранита, разнится до 20–30 раз, что предопределяет поиск новых способов измельчения, но связано с большими технологическими сложностями. Сегодня на практике в основном освоены такие методы, как сжатие и сдвиг, а также динамический метод – свободный удар. Внедрение немеханических способов дезинтеграции материалов, например, электроимпульсного электрогидравлического, струйного, а также всех видов радиационных воздействий, связано с большими проблемами создания соответствующих генераторов и потерями при передаче и использовании энергии в рабочей среде [176–182]. Анализ исследований механизмов разрушения твердых тел показывает, что из всего их многообразия наибольшее применение имеют два: раздавливание и удар. По этой причине в измельчительных установках доминируют шаровые, валковые, конусные, роторные, молотковые и другие аппараты. Основной прогресс в области прикладной механики разрушения основан на уменьшении затрат энергии на внешнее и внутреннее трение при проведении собственно процесса измельчения. В последние десятилетия в дезинтеграторных технологиях широкое распространение получают агрегаты для механоактивации и направленного изменения свойств перерабатываемого материала: селективное разрушение, механосинтез, управляемая тиксотропия структуры и др. Рассмотрим основные, на взгляд авторов, методы интенсификации процессов разрушения.

Методы интенсификации процессов дезинтеграции.

- 1 Метод единичного зерна.
- 2 Метод рационального нагружения.
- 3 Метод рационализации размеров мелющих тел.
- 4 Метод замкнутого цикла.
- 5 Метод увеличения числа циклов воздействия.
- 6 Метод высокоскоростного нагружения или удара.
- 7 Метод адаптивности.
- 8 Метод самоизмельчения.
- 9 Метод селективности.
- 10 Метод вариативности.
- 11 Метод физико-химической обработки.
- 12 Метод управляемых колебаний.
- 13 Метод наложения инерционных сил.
- 14 Метод разупрочнения.
- 15 Метод изменения внешних условий.

Дадим краткую характеристику каждого из перечисленных методов интенсификации процессов разрушения.

Метод 1. Воздействие на единичные частицы. Является наиболее эффективным с энергетических позиций, хотя в чистом виде почти не реализован. Имеет огромный потенциал и будет постоянно развиваться. Важнейшая проблема его проведения – обеспечение управляемого движения обрабатываемых материалов в рабочей камере [180].

Метод 2. Рациональное нагружение. В основу этого метода положено влияние различных способов нагружения на интенсивность и эффективность разрушения. Под эти условия проектируются и создаются измельчители различных типов [180, 182].

Метод 3. Минимизация размеров мелющих тел. Находит самое широкое применение в технике измельчения. Физическая суть заключается в создании максимальных напряжений в структуре измельчаемого материала путем уменьшения размеров мелющих тел. Успешно реализуется, например, в бисерных и коллоидных мельницах. В настоящее время это одно из основных направлений повышения эффективности тонкого и особенно сверхтонкого измельчения [154].

Метод 4. Замкнутый цикл работы помольных агрегатов. Классическое определение этого метода – не измельчать лишнего. С этой целью работа измельчительных аппаратов организуется так, чтобы измельченный продукт не задерживался в рабочей камере, а удалялся из него, освобождая место для более крупного [4, 177].

Метод 5. Увеличение числа циклов воздействия. Приложение этого метода следует рассматривать по нескольким направлениям. Во-первых, это кинематическое форсирование процесса, во-вторых, создание условий, при которых каждая частица материала большее число раз испытывает внешнее силовое воздействие. Примерами этому могут служить конусно-инерционные дробилки, бисерные и вибрационные мельницы [4, 176, 182].

Метод 6. Высокоскоростное нагружение или удар. В разрушаемом материале создаются более высокие напряжения, приводящие к разрушению. За счет изменения параметров интенсивности приложения нагрузки можно управлять характеристиками получаемого продукта. Этот метод является одним из основных для механической активации твердых тел [179, 180].

Метод 7. Адаптивность работы. Суть метода заключается в приспособленности рабочего оборудования к свойствам перерабатываемого материала, на изменение которых влияют влажность, крупность, прочность, наличие посторонних включений, структура материалов и т. д. Одним из вариантов реализации адаптивности может быть применение упруго-

деформируемых рабочих органов и выполнение рабочего оборудования с дополнительными степенями движения исполнительных элементов [61].

Метод 8. Самоизмельчение. Метод очень прост и заключается в том, что частицы материала разрушают друг друга под влиянием внешних сил, создаваемых ударом, сдвигом, центробежными полями и т. д. Спектр приложений метода очень широк и определяется требованиями технологий и условиями эксплуатации [4, 177].

Метод 9. Селективность. Разрушение материала производится с учетом его физико-механических свойств, дефектности структуры, спайности её минеральных образований и ряда других. Проектирование таких измельчителей сопряжено с большими трудностями и требует серьезных научно-технологических наработок. Метод селективной дезинтеграции наиболее развит в рудоподготовке, но сейчас его применение чрезвычайно актуально для производства стройматериалов [4, 182].

Метод 10. Вариативность. Применение метода определяется изменчивостью как свойств перерабатываемых материалов, так и конструктивным исполнением рабочего оборудования, которое должно учитывать эти изменения. Попытки решить задачи измельчения в одну стадию, т. е. в одном аппарате, почти не осуществимы либо связаны с большими проблемами [61].

Метод 11. Физико-химическая обработка, при которой используются методы физико-химической механики, в частности, эффект Ребиндера, высокочастотная вибрация, ПАВ. Позволяет повысить эффективность дезинтеграции, но без интенсивного внешнего воздействия особых преимуществ не имеет [154].

Метод 12. Управляемые колебания. Есть много приложений этого метода, например, работа конусно-инерционных дробилок и вибромельниц. Большие перспективы в этом случае связаны с резонансом, при реализации которого можно целенаправленно концентрировать ввод энергии в зоны разрушения [4, 182].

Метод 13. Наложение инерционных сил. Преобладающим в этом случае является разрушение в поле сил инерции, например, в планетарных или роlikо-маятниковых мельницах. При правильной его реализации достигается высокий технологический результат [151].

Метод 14. Разупрочнение материала. При определенных механических воздействиях в дополнении с другими внешними условиями в материале происходят изменения, приводящие к снижению его прочности и, следовательно, к более быстрому разрушению. Наибольшее применение этого метода связано с измельчением металлических материалов [4, 176].

Метод 15. Изменение внешних условий. Это целый спектр самых разнообразных вариантов: охлаждение (в том числе посредством азота),

нагрев, обработка в жидкой среде, вакуум, запаривание и др. Многообразие реализуемых в них механизмов разрушения требует их отдельного рассмотрения [176, 182].

Рассмотренные методы – это не все варианты интенсификации процессов измельчения, но даже простого их перечисления достаточно, чтобы оценить сложность выбора конкретного способа переработки того или иного материала с максимальной энергетической, технологической и экономической эффективностью. В связи с этим показателен опыт сравнения различных типов измельчителей. Попытка их объективной оценки была предпринята в 1993 г. в Одессе на одном из научных форумов, но реальных результатов она не принесла. Причина этого заключается в отсутствии как сформировавшейся базы сравнения различных аппаратов, так и единого независимого центра, проводящего оценку действующего оборудования [4, 61].

К значимым достижениям механики разрушения последних десятилетий относится разработка внутрислойного принудительного самоизмельчения или «измельчения в слое», осуществляемого между двумя валками под большим давлением [182].

Однако коренного улучшения процесса, кроме как при вибрационном способе измельчения, реализованном отечественными специалистами в конусно-инерционных дробилках [4, 182], такой подход не дает. При этом видоизменяется конструкция машины, происходит переориентация дискретных нагрузжений материала множеством мелющих тел в объемное силовое воздействие на обрабатываемую среду, что в результате увеличивает нагрузку на рабочее оборудование и привод.

Множественность физико-механических и технологических свойств дисперсных материалов, подвергаемых различным видам обработки, требует создания таких видов воздействия на искомое сырье, которые обеспечили бы максимально необходимую степень переработки и максимальную эффективность при удовлетворении энергетических и эксплуатационных требований к механическому оборудованию. Все существующие методы воздействия на перерабатываемые материалы можно условно разделить на четыре основные группы:

- 1) переработка сырья жестковыполненными рабочими органами;
- 2) адаптивные, т. е. приспособливающиеся к свойствам перерабатываемой среды;
- 3) физические методы воздействия, например, электромагнитные, ультразвуковые, лазерные и т. д.;
- 4) химические методы, основанные на механизмах химической кинетики.

Научные интересы авторов затрагивают вторую группу. Возможен целый ряд решений, обеспечивающих адаптивность воздействия на среду. Прежде всего они связаны с новыми деформационными свойствами и повышенными кинематическими возможностями, в частности с дополнительными степенями свободы движения рабочих звеньев и контактными взаимодействиями рабочих элементов.

Структура большинства современных технологических комплексов такова, что осуществляемые в них процессы различны по своей природе, применяемому оборудованию и условиям проведения. Это вынуждает разработчиков оборудования искать дополнительные подходы к обоснованию поиска таких технических решений, которые бы обеспечивали существенное повышение эффективности работы. Поставленные задачи невозможно решить без формирования специальной информационной среды, и они особенно актуальны для дезинтеграторных технологий.

Рассмотрим разработку новых видов технологического оборудования для измельчения материалов, основанного на технологической вибротехнике, адаптивных механизмах переработки дисперсных сред, некоторых новых представлениях о физико-химической механике, вариативных подходах к организации и проведению технологических процессов, использовании аномальных эффектов в реализации дезинтеграторных технологий.

Основываясь на описанной методической базе, предлагаем разработанные авторами варианты новых конструкций агрегатов для комплексной переработки материалов дезинтеграторными способами. Эти конструкции не систематизированы с точки зрения функциональных признаков воздействия на обрабатываемые смеси, но выстроены по технологическому циклу осуществления крупнотоннажных производств. Примеры агрегатов комбинированного действия представлены на рисунке 11.2 [61, 181, 183].

Приведем краткое описание каждой из приведенных конструкций.

Схема 1. Цепной агрегат для измельчения влажных сырьевых материалов. Конструкция выполнена из набора цепных элементов, соединенных между собой и образующих лоткообразную рабочую камеру, нижняя часть которой осуществляет возвратно-поступательные перемещения за счет кривошипно-шатунного механизма. Для интенсификации процесса цепные элементы могут оснащаться зубьями, а внутри рабочей камеры может быть размещен фрезерный рабочий орган. Основное назначение такой конструкции – использование в качестве агрегата для первичных стадий измельчения мела, мергеля, глины, трепела и других материалов в крупнотоннажных производствах. Основная эффективность цепного измельчителя обеспечивается способностью перерабатывать

влажное сырье и заключается в снижении энергоемкости, улучшении условий эксплуатации и повышении качества обработанного материала.

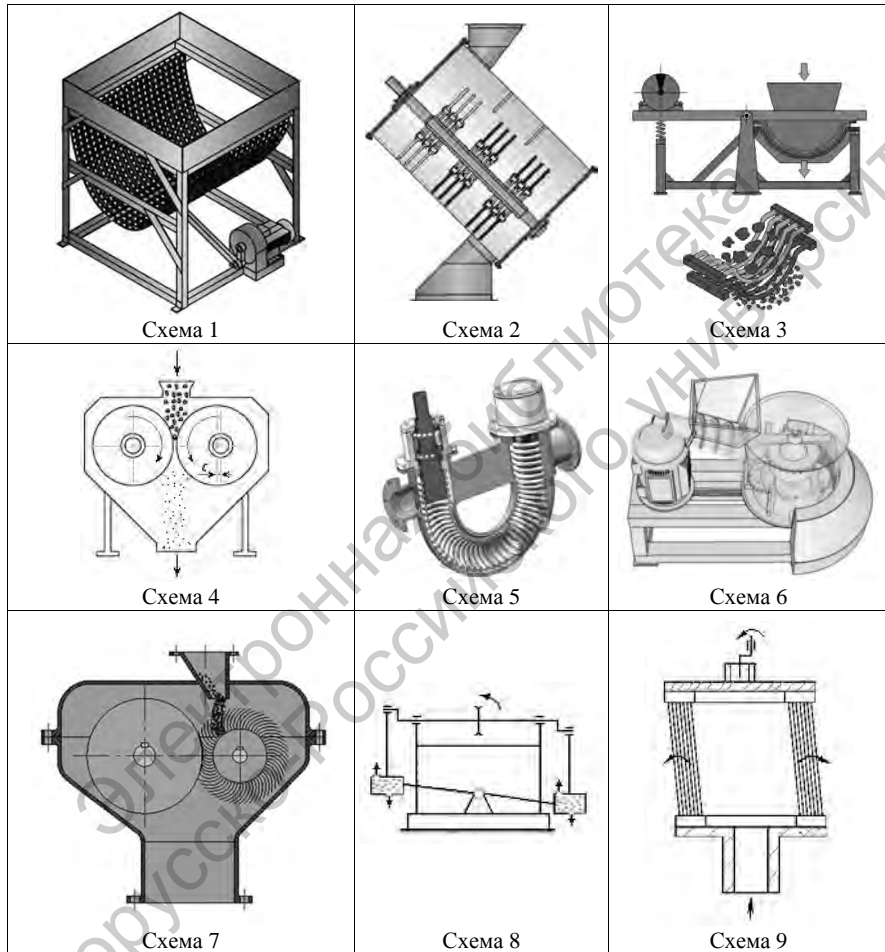


Рисунок 11.2 – Варианты агрегатов для комплексной переработки материалов дезинтеграторными способами

Схема 2. Дробилка молотковая с наклонным корпусом. Основной отличительной особенностью дробилки следует считать расстановку ударных элементов посекционно с определенными разрывами между ними

и расположенными над ними расширительными зонами. Такое выполнение конструкции позволяет создать управляемый характер движения материала, который после каждого последовательного перехода через секции ударных элементов, попадая в расширительные зоны, теряет свою скорость и поступает на нижерасположенные по уровню ряды ударных элементов с максимальной разницей в скоростях между собой. Это позволяет уравнивать интенсивность измельчения в рабочих зонах каждой секции. Итогом такого решения является повышение степени измельчения, улучшение селективности процесса разрушения частиц материала к снижению энергоемкости работы дробильной установки.

Схема 3. Рессорно-стержневый измельчитель. Его основное назначение – предварительное измельчение минеральных материалов с исходной крупностью до 20–30 мм с получением продукта менее 0,5–1,0 мм, механоактивация строительных смесей, селективное дробление горных пород и т. д. Измельчитель содержит установленное на раме в шарнире на опорной стойке подвижное коромысло с вибратором на одном конце и стержневым рабочим оборудованием на другом. Процесс измельчения осуществляется между двумя рядами параллельных между собой рядов дугообразно изогнутых стержней (рессор), причем их нижний ряд неподвижен, а верхний совершает колебательные движения вместе с коромыслом, на котором он закреплен. Измельчение продукта происходит без задержки его в рабочих зонах. Производительность такого агрегата может достигать 50–100 т/ч при минимальных энергозатратах.

Схема 4. Вибровалковый агрегат. Содержит два горизонтальных вала, один из которых совершает вращательное движение, а второй вибрационные колебания совместно с эксцентриковым валом. Обеспечивает сложное напряженное состояние в разрушаемом слое материала и отличается высокой удельной динамической энергонапряженностью. Может найти применение для селективной переработки минерального сырья, механоактивации, разупрочнения структуры и измельчения особо прочных горных пород.

Схема 5. Пружинная мельница. Рабочими органами пружинных мельниц являются установленные в опорах и связанные с приводом вращения дугообразно изогнутые цилиндрические пружины с плотно прижатыми витками в зоне минимального радиуса их изгиба. Процесс измельчения в пружинных мельницах характеризуется высокой интенсивностью и происходит непрерывно в клиновидных пространствах между витками пружин. Область применения пружинных мельниц – тонкий и сверхтонкий помол материала твердостью до 5–6 единиц по шкале Морса, прочностью до 150–200 МПа, механоактивация строительных смесей, приготовление суспензий, эмульсий и паст. Пружинные мельницы

отличаются чрезвычайно большим конструктивным многообразием. Их производительность для различных условий применения составляет от 1 кг/ч до 50 т/ч.

Схема 6. Измельчитель с многолезвийным рабочим оборудованием. Рабочее пространство данного измельчителя заполнено набором режущих элементов, включая зубчатые фрезы. Смонтированные на коническом роторе, режущие элементы образуют клиновидные рабочие зоны, уменьшающиеся по его высоте. Удаление измельченного продукта осуществляется в поле центробежных сил через боковые решетки, выполненные в корпусе. Основное назначение данной конструкции – измельчение ПЭТФ-бутылок, волокнистых и неоднородных по структуре материалов.

Схема 7. Иглофрезерный валковый измельчитель. Его рабочий процесс осуществляется между двумя вращающимися навстречу друг другу валками, один из которых выполнен в виде цилиндрической щётки. Подобное решение позволяет интенсифицировать единичные акты разрушения частиц исходного материала и получать готовый продукт с измененными и улучшенными свойствами, например, активировать композиции вяжущих веществ и осуществлять селективное измельчение полезных ископаемых.

Схема 8. Балансирная вибрационная мельница. Конструкция включает в себя раму, кривошипно-шатунный приводной вал с гибкими связями, соединяющими их с помольными камерами, смонтированными на концах подвижного коромысла. Такое решение исключает систему подвески рабочих камер, уменьшает динамические нагрузки и активизирует процесс измельчения за счет возможности увеличения амплитуды колебаний.

Схема 9. Волоконная мельница. Механизмами такого оборудования являются наборы тончайших металлических волокон, образующих кольцевую зону измельчения, которая имеет возможность кинематического деформирования для взаимного перемещения волокон друг относительно друга. Процесс помола осуществляется по мокрому способу с принудительной прокачкой мелкодисперсной суспензии через пространство между волокнами. Предполагается, что такая конструкция позволяет получать ультрадисперсные композиции различного назначения.

Описанные варианты конструкций новых видов разработанного оборудования охватывают наборы единичных аппаратов, которые могут образовывать технологические цепи агрегатов для комплексной переработки сырья и материалов. В каждой из приведенных схем использованы соответствующие механизмы интенсификации рабочих процессов. Объединение отдельных конструкций разработанных агрегатов позволяет интенсифицировать осуществляемый ими технологический передел и создавать принципиально новые производственные комплексы.

Измельчающий агрегат содержит в себе такой рабочий инструмент, который осуществляет переработку вещества по закону, обусловленному его конструкцией и принципом действия. В настоящее время в технике нет большего многообразия машин по своему исполнению, чем дробильно-размольные, как нет и более несовершенных, чем эти [184]. Обусловлено это следующими причинами:

- несовершенством единичного акта разрушения вследствие технологической изменчивости свойств материала при стабильности параметров рабочего оборудования;

- «засорением» перерабатываемой среды измельченным продуктом, который препятствует измельчению остальной части материала;

- огромным износом измельчающей гарнитуры по причине значительных взаимных перемещений элементов рабочих органов.

Следует добавить, что измельчение – это не только метод увеличения числа частиц и уменьшения их размеров, но и способ управления свойствами обрабатываемого материала на всех этапах его переработки [1, 3, 4, 61].

Закономерности проведения рассматриваемых процессов чрезвычайно сложно выразить математическими законами в силу происходящих явлений и многообразных факторов. Именно поэтому так называемые «законы» измельчения представляют собой попытки статистического представления закономерностей измельчения, причем без учета механических, физических, химических, тепловых и других процессов.

Наибольшие потери при разрушении вызваны взаимным трением частиц перерабатываемого материала и рабочих органов машины между собой. При этом относительные потери на трение тем больше, чем больше удельная поверхность материала (меньше размеры частиц) и чем дольше он пребывает в рабочей камере.

В понимании закономерностей распределения издержек на измельчение важно знать, что они зависят в первую очередь от природы вещества и способа разрушения (раздавливание, изгиб, истирание, удар и т. д.). Консервативность отрасли не позволяет в нужной мере сделать объективный вывод об энергетической эффективности различных аппаратов. Это подтверждает Международная конференция по сравнению различных видов измельчителей, проведенная в Одессе в 1993 г.

Все изложенное показывает необходимость поиска новых моделей, описывающих закономерности измельчения. Но прежде чем попытаться высказать предложения в этом направлении, следует отметить главную тенденцию развития дезинтеграционных технологий в настоящее время.

Техника измельчения из простого орудия превращается в некий сложный технологический передел. При этом производится такая пере-

работка вещества, при которой собственно измельчение является лишь подготовительной стадией для изменения его структуры, реакционной способности, синтеза основных свойств, механохимических преобразований и постмеханического генезиса.

Измельчительные агрегаты в большинстве применений входят в состав технологических линий или комплексов и производят строго определенные операции, которые являются только частью в длинной цепочке системной переработки материалов. По мере развития промышленного производства сравнительно простые по внешнему виду стадии измельчения становятся менее заметными на фоне более совершенного смежного оборудования (транспортного, смесеприготовительного, термического, формообразующего), а также систем управления, контроля и жизнеобеспечения. Такое представление отвлекает очень многих исследователей от участия в работе по модернизации дезинтеграторного оборудования и не способствует нужному прогрессу в этой области.

Обобщающая оценка дезинтеграторных технологий позволяет со всей определенностью утверждать, что эта сфера промышленного производства стала неинтересной не только отечественным управленцам, но и бизнесменам. Объяснение этому следует из полного «отлучения» специалистов и научных коллективов, занимающихся проблемами измельчения сырья и материалов, от практического решения. Следует отметить, что зарубежные производители измельчительных машин захватили рынок, что, в свою очередь, привело к разрушению машиностроительной базы Беларуси и отсутствию понимания ее восстановления.

Системное развитие дезинтеграторных методов переработки материалов следует отнести к так называемым «передовым производственным технологиям» и рассматривать как часть стратегии защиты национальных интересов. Нельзя ставить себя в зависимость от зарубежных поставок оборудования, которое своими силами в Беларуси не производится. В РБ отсутствует возможность управлять эффективностью своего промышленного комплекса, а также занимать достойное место в будущей новой нише в мировой экономике – технологическом машиностроении.

В мире уже известен ряд уникальных технологий на основе интенсивных механических воздействий, и это только начало прорыва в будущей технологической революции. В этом случае следует рассматривать издержки на процесс разрушения консолидированно в рамках общей технологии создаваемого продукта.

Следует предложить некоторые направления в исследовании закономерностей измельчения. Это поиск наиболее значимых для поведения измельчительной системы факторов и, главное, разработка путей управления ими на основе прежде всего удаления измельченной фракции

при обеспечении воздействия рабочих элементов машины преимущественно на индивидуальные зерна с быстрым отводом их из зоны разрушения, а также совмещение в одном аппарате нескольких стадий технологической переработки, например, помол – смешивание, помол – сушка, помол – смешивание – сушка и т. д.

Сейчас уже очевидно, что в ближайшие 15–20 лет принципиально новые виды разрушения твердых тел (взрыв, лазерная «обработка», химическое «скальпирование», ультразвук, электромагнитное облучение и т. д.) не смогут заменить традиционные. Главная причина состоит именно в том, что основной резерв энергосбережения в дезинтеграторных технологиях заложен не в процессе собственно единичного акта разрушения, а в процессах его сопровождающих – диссипации энергии, внешнем трении, перемещении материала между агрегатами и т. д.

В качестве новых подходов к анализу и описанию измельчения авторы предлагают воспользоваться корреляционными зависимостями, связывающими энергозатраты создаваемых машин с энергозатратами наиболее совершенных из уже известных измельчителей. Это следует выполнять с учетом вариативности принципов обработки материалов и анализа изменения их физико-механических и других свойств.

Длительный застой в области существующих технологий на основе процессов измельчения и их низкая эффективность показывают, что резервы энергосбережения в них составляют до одного порядка.

Современный уровень развития требует объективной ревизии не только издержек, но и потенциальных возможностей орудий, методов и принципов проведения всех стадий переработки техногенного сырья и материалов. К ним следует отнести разрушение горных пород, производство строительных материалов, подготовку сырья к химическому проведению процессов, переработку отходов и т. д.

Развитие техники и технологии измельчения в отечественной истории сопровождалось рядом серьезных потрясений. Два самых катастрофических из них произошли в послевоенный период и связаны с созданием и ликвидацией ВНИИ тонкого измельчения строительных материалов и с организацией в 1986 г. МНТК «Механобр» на базе ВНИПИ «Механобр», который перестал существовать после распада СССР. Во всех этих ситуациях специалисты мирового уровня и созданные ими уникальные аппараты и технологии оказались невостребованными, и, самое главное, произошел провал в уровне промышленного развития, а государство понесло колоссальные потери в итоге.

12 Авторские комментарии по вопросам создания и функционирования отрасли технологического машиностроения

12.1 Оценка потенциала различных стран в области развития технологического машиностроения

Оценивая на долгосрочную перспективу технологические возможности различных стран, можно из более чем двухсот государств выделить 15–20, которые действительно смогут занимать лидирующие позиции в новой отрасли машиностроения. Перечислим основные из них: США, Китай, ФРГ, Россия, Франция, Индия, Великобритания, Япония, Бразилия, Украина и ряд других. Такой выбор обусловлен многими факторами, из которых главными выступают общий уровень развития, наличие природных и сырьевых ресурсов, большие территория и население, необходимый научно-технический потенциал и структурная мобильность экономики.

В настоящее время лидерами по целому ряду отраслей машиностроения в мире являются ФРГ, США, Япония, Китай, Франция, Великобритания, Швеция, Швейцария, Италия, Чехия, Финляндия, Канада и др. Основными генераторами развития различных направлений машиностроения являлись и являются ФРГ, США, Великобритания, Франция, Япония, Швейцария, Россия (во времена СССР), Швеция. Однако указанные страны при создании собственно машин и оборудования для переработки сырья и материалов занимают совершенно различные позиции. Кроме того, по своему чисто производственному потенциалу они отличаются между собой в десятки раз, что позволяет сразу исключить из списка потенциальных разработчиков в создании отрасли технологического машиностроения такие малые страны, как Швейцария или Швеция.

Необходимо учитывать значение интеграционных образований, которые могут обрести другое направление в технологическом развитии. Здесь явно просматриваются такие крупные альянсы, как ЕЭС, ЕАЭС, Северо-Американский Союз и т. д. Не следует забывать, что союзы могут возникать и на других построениях, например, Россия – Китай, Россия – ФРГ или даже ЕЭС – ЕАЭС. Непредсказуемый ход мировой политики может любые, и не только перечисленные, комбинации сделать экономической реальностью.

Из всех перечисленных стран по совокупности интеллектуального потенциала на первое место, вероятно, можно поставить Германию. На это

есть несколько весомых факторов: во-первых, эта страна традиционно сильна в области машиностроения, металлообработке и даже в создании так называемых «киберфизических систем» и «умных» заводов [20], во-вторых, немецкое машиностроение имеет мировые позиции по выпуску химического, пищевого, горнорудного оборудования, агрегатов для промышленности строительных материалов и металлургии, различных приборов, систем управления, силовой электроники и т. д., в-третьих, здесь имеются мощная база для выполнения самых передовых НИОК(Т)Р и прогрессивная система их финансирования. Помимо этого – самое главное – Германия постоянно акцентирована на инновационное развитие, поэтому является ведущей в технологическом машиностроении.

США будут несомненными лидерами с очень высокой долей своих промышленных активов. Индустриальный потенциал этого государства и его активная роль на мировой арене не оставляют шансов для соперничества с ними никому, кроме Китая – именно с этой страны начинаются прогнозы относительно будущего отрасли технологического машиностроения.

Понимая, что через несколько лет экономика Китая по всем основным показателям будет безоговорочно первой в мире, и учитывая официально принятый курс страны на коренные преобразования всеобъемлющего характера [186], в том числе корректирование структуры экономики, интенсифицирование нового стиля индустриализации, поддержка технологий, урбанизация и модернизация сельского хозяйства, можно уверенно планировать, что реальные изменения ожидаются в самое ближайшее время. Это и есть та приближающаяся экономическая действительность, которая изменит технологический мир нашей планеты.

Преимуществами Китая на этапе разворачивающейся IV индустриальной революции можно назвать, в частности, огромные золотовалютные запасы, которые могут быть вложены в инновационные разработки и освоение новой продукции, внутренний рынок, вполне сопоставимый с мировым, пока еще дешёвая рабочая сила и др. Кроме того, Китай активно развивает материаловедение и активно вторгается в сферу новых эффективных материалов, что отмечается рядом авторов [80].

Одним из основных направлений в опережении Китая может быть использование так называемого «закона» положительной обратной связи [47], когда система стремится усилить внешнее воздействие и еще дальше удалиться от состояния равновесия, как это, к примеру, бывает во время паники при обвале акций на бирже. В такой ситуации одна сторона получает некоторое конкурентное преимущество, которое потом ею активно наращивается. Такое происходило среди фирм-производителей компьютерной техники. Этот же подход может, например, США или

Германии не дать Китаю быть лидером в мировой гонке технологического развития.

Не исключён вариант, когда Китай займет первые позиции в технологическом машиностроении. Это плохой сценарий для мировой экономики, способной перейти в гегемонию одной страны и привести к диспропорциям в международной торговле. Конечно, объединения других стран значительно превосходят в сфере машиностроения и способны уравновесить многие исходящие от Китая возможные вызовы и угрозы.

Следует отметить роль России в технологических прогнозах. Являясь наследницей Советского Союза, от которого ей перешла большая часть его некогда мощного промышленного и научного потенциала, Россия может занять лидирующие позиции в отрасли. Учитывая острую потребность в технологическом оборудовании для внутренних потребностей, наличие хоть и разрозненного, но достаточно квалифицированного научного персонала, производственной инфраструктуры, способной быстро восстановить свой потенциал, от России также нужно ожидать экспансии в новой отрасли машиностроения.

К явным ограничениям для России следует отнести невозможность страны, вышедшей ослабленной из потрясений 90-х гг. XX в., потерявшей значительную часть своего потенциала и находящейся под международными санкциями, оперативно включиться в «гонку» за лидерство, которую она сможет начать с отставанием от передовых стран на 5–10 лет. Активизировать этот процесс можно путем консолидации с другими странами, однако, если рассматривать такие страны, как Беларусь и Казахстан, то заметного результата это не даст, а сотрудничество с ФРГ на одном уровне практически нереально.

В борьбу за сферы влияния в рассматриваемом сегменте рынка очень быстро будут вовлечены малые страны с высоким уровнем машиностроения (Швеция, Австрия, Финляндия, Чехия, Швейцария и др.), но их реальные возможности позволяют охватить только отдельные небольшие направления, в которых они будут мировыми лидерами (например, Финляндия – в деревообработке, Швейцария – в точном станкостроении, Швеция – в производстве высококачественных подшипников и т. д.).

Для более крупных стран, обладающих готовностью к инновационному развитию технологического машиностроения (Италия, Испания, Южная Корея, Тайвань, Канада, Польша и др.), ситуация аналогична и отличается большими экологическими возможностями их участниц, но кардинальный прорыв в технологическом развитии и в таком составе можно прогнозировать. Реальные возможности многих других стран, даже достаточно крупных, на взгляд авторов, нельзя оценивать как значимые с

точки зрения влияния на уровень развития технологического машиностроения. Это обусловлено спецификой их экономики, структурой промышленности, кадровым потенциалом, технологической готовностью к нововведениям и т. д.

Таким образом, оценивая потенциал различных стран в области развития технологического машиностроения, можно сделать следующие выводы.

1 Лидерами в развитии отрасли станут США, Китай, Германия, которые обладают нужным для этого потенциалом.

2 Следующую ступень в рассматриваемой сфере займут Япония, Франция, Великобритания, Индия и, с некоторым запаздыванием, Россия.

3 Более мелкие страны с хорошим уровнем машиностроения способны освоить отдельные виды продукции и стабильно контролировать их продажи на мировом рынке.

4 Подавляющее число стран мира не сможет участвовать в развитии технологического машиностроения и потенциально будет являться покупателями продукции этой отрасли.

5 Беларусь со своим научно-техническим и промышленным потенциалами имеет определенные возможности вхождения в число производителей новых видов технологических машин с ограниченной долей рынка, но это возможно только при условии необходимых управленческих действий со стороны государства и незамедлительного выполнения технологической модернизации своего машиностроения.

12.2 Возможности Республики Беларусь в развитии технологического машиностроения

Особую роль в экономике Беларуси играет машиностроение, но сегодня общее состояние этой отрасли нельзя признать удовлетворительным. Так, доля машиностроения в общей структуре промышленности сократилась с 34,2 % в 1990 г. до 21,5 % в 2009 г. [1, 3] и продолжает стремительно сокращаться. Причин этому много, но это не освобождает от необходимости принимать срочные меры по восстановлению данной ключевой отрасли на основе комплекса самых разных решений и направлений. Одним из них, безусловно, можно считать создание отрасли технологического машиностроения.

Технологическое машиностроение в Беларуси необходимо развивать по трем основным направлениям: первое – создание собственно машиностроительного производства с высоким уровнем эффективности и потенциальных возможностей, второе – разработка новых видов технологических

машин и комплексов и освоение их выпуска, третье – широкомасштабная модернизация промышленной структуры путем внедрений созданных новой отраслью машин и оборудования и комплексное решение задач энерго- и ресурсосбережения. В настоящее время организационно это направление следует относить к Министерству промышленности РБ.

Для Беларуси уже сегодня следует ожидать дальнейшего увеличения импортной зависимости от стран-производителей технологического оборудования. На практике это проявляется в поставках машин и агрегатов для цементной, металлургической, пищевой, деревообрабатывающей отраслей промышленности и охватывает производство самых важных для экономики страны технических средств. Но в самое ближайшее время РБ будет вынуждена, в силу постоянной деградации собственной отрасли машиностроения, закупать и те виды оборудования, которые способна производить сама и которые до недавнего времени выпускались собственными заводами. Это, к примеру, редукторы, конвейеры, сушилки, дозаторы, мельницы, смесители, грохоты, станки различных видов, строительно-отделочные машины, насосы, дробилки, пресса и мн. др.

Распад Советского Союза и вывод из активной деятельности двух поколений отечественных ученых и специалистов привели к утрате того организационного и интеллектуального потенциала, который был накоплен в предшествующем технологическом цикле развития. Всю эту трудную работу предстоит организовывать заново. Именно отсутствие кадров в ближайшие десятилетия будет помехой инновационной модернизации белорусской экономики и прежде всего её наукоемких направлений.

Отсутствие в РБ необходимых технических и финансовых ресурсов для развития технологического машиностроения еще не означает, что ситуация в этом вопросе абсолютно безнадежная. По мнению авторов, здесь может хорошо сработать организационный ресурс. Целый ряд государственных программ в области энерго- и ресурсосбережения, материаловедения, новых материалов, импортозамещения и других определенным образом перекликаются с необходимостью создания технологических машин для практического воплощения разработанных технологий, процессов и материалов. Особую роль при этом может сыграть программа «Энергосбережение», сфера интересов которой направлена на энергоэффективную модернизацию крупных производств. При этом создание новых систем и агрегатов для энергосбережения одновременно будет составлять продукцию отрасли технологического машиностроения.

Другими источниками финансирования следует считать собственные средства машиностроительных предприятий, заинтересованных в изменении номенклатуры выпускаемой ими продукции, а также частный

капитал отечественных или зарубежных инвесторов. Последние свою заинтересованность проявят только при наличии гарантий государства и стабильности своей деятельности, но по ряду причин этого не наблюдается и пока реальных действий нет.

Учитывая специфику промышленности Беларуси и ее современное состояние, можно предложить следующую схему развития собственного технологического машиностроения.

1 Производство малотоннажных комплексов для переработки различных видов сырья и материалов, включая нанотехнологии.

2 Создание оборудования для углубленной переработки материалов для предприятий небольшой или средней мощности.

3 Освоение выпуска отдельных агрегатов, обладающих неоспоримой новизной и эффективностью.

4 Комплексное переоснащение предприятий первых стадий технологической переработки материалов энергоэффективным оборудованием, в том числе собственного производства.

5 Формирование научно-исследовательской, проектно-технологической и производственной базы, обеспечивающей разработку и изготовление технологического оборудования любой степени сложности.

Практическая реализация поставленных целей может быть только при одном условии – принятии директивных решений на государственном уровне и целенаправленном финансировании. Одновременно должна быть создана мощная организационная структура с подбором высококвалифицированных кадров широкого спектра профессий.

Примерная структура организации технологического машиностроения в Беларуси приведена на рисунке 12.1. Это может быть НИИ или научно-технический центр, специально организованный для решения поставленных задач. Его структура должна базироваться на хорошо отработанных в технологической сфере подходах и методах организации.

В Беларуси имеется огромный скрытый резерв интенсификации научно-технологической сферы с выходом на выпуск перспективной продукции. Большое количество ученых и специалистов владеет секретом производства целого ряда товаров, изделий и материалов. Эти люди есть в каждом городе, в каждом вузе, НИИ или КБ. Им надо дать возможность реализовать свой потенциал. Главная трудность во всем этом – отсутствие у этих людей лабораторий, оборудования, помещений и финансирования их работы. Реализовать их потенциал можно прежде всего путем вовлечения в производственную деятельность единого центра, где знания и опыт каждого человека впишутся в общую структуру такого коллектива, в том числе и на основе лицензионных трудовых отношений.

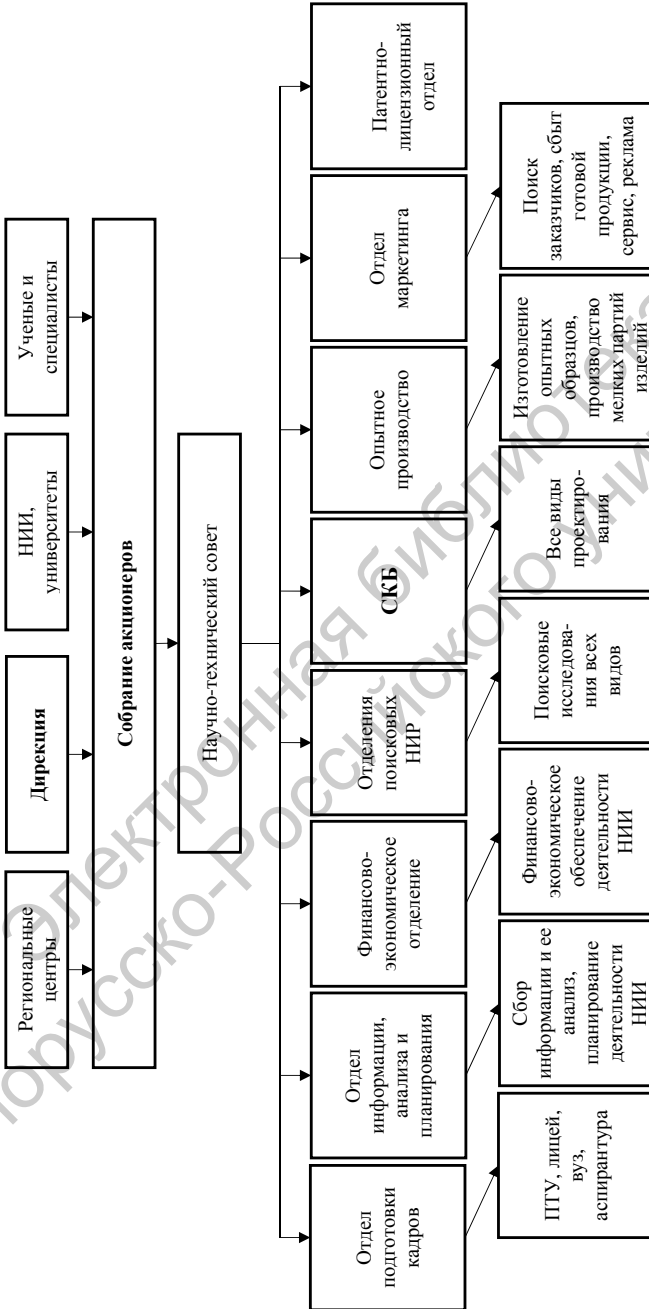


Рисунок 12.1 – Примерная структура НИИ «Промышленные технологии и комплексы»

Представленная на рисунке 12.1 структура требует особого подхода при ее организации. Он очень прост и заключается в одном условии: её основа должна создаваться с «нуля», а сотрудников различных научных специальностей следует набирать на конкурсной основе. При этом чем больше будет привлечено молодых талантливых ученых, инженеров и проектировщиков, тем быстрее и эффективнее начнет работу предлагаемый научно-производственный центр.

Для экономики Беларуси природный ресурсный потенциал недостаточен для устойчивого развития. Сегодня жизненно необходимо организовать тесное взаимодействие между ресурсными компаниями и инновационными производствами наукоемкой продукции, основанное на компетенциях в технологической сфере и продвижении ее на мировой рынок. Иными словами, следует создать такую продукцию, которая повысит эффективность сырьевых отраслей промышленности и которую можно будет успешно продавать по всему миру с получением высокой добавленной стоимости.

Следует также учесть рынок продукции проектирования технологических комплексов и заводов. Эта ниша интеллектуального развития, рассчитанная на продажу лицензий и проектов, авторского контроля и консультаций подобно разработке программных продуктов для ЭВМ (как это имеет место в Парке высоких технологий в Минске), систем автоматизированного проектирования и АСУ, на проведение изыскательских работ, технологических исследований и ряда других, пока еще в мире недостаточно заполнена и обещает большие экономические и социальные выгоды. Географически она охватывает все страны мира, и для РБ является весьма перспективной.

На основании вышеизложенного можно полагать, что у Беларуси имеются объективная возможность и практическая необходимость создания собственной кластерной по структуре машиностроительной базы по производству технологического оборудования и комплексов для эффективной переработки сырья и материалов. В качестве реального объекта может выступать технологическое оборудование, в том числе технологии и агрегаты, основанные на адаптивных и вариативных подходах в реализации рабочих процессов, вибрационных и ударных механизмах воздействия на обрабатываемые среды, новых технологических и аномальных явлениях.

Доводы и предложения авторов в пользу формирования отрасли технологического машиностроения представляют собой чисто декларативный набор тех сценариев, которые хотелось бы видеть в ближайшей перспективе, а не тех, которые реально затронут экономику Беларуси. Сейчас самое главное – это правильно и объективно оценить ожидающийся

очередной цивилизационный виток индустриального развития. Чем раньше Беларусь сможет определить ход мировой истории и спрогнозировать свою реальную роль в этом процессе, тем больше у нее шансов занять более достойное место в глобальном разделении труда и обеспечить высокий уровень жизни народа.

12.3 Политическое значение отрасли технологического машиностроения и ее влияние на ход мировой истории

Выделение производства отдельных видов технологических машин и оборудования в самостоятельную отрасль машиностроения нельзя считать фантазией авторов. Это попытка предвидеть ход технологического развития и спрогнозировать возможные варианты его практического воплощения. Чтобы лучше представить свои доводы, приведем конкретный пример. Так, нанотехнологии были известны специалистам, особенно химикам, уже многие десятки лет (не будет большой ошибкой считать, что еще со времен М. В. Ломоносова), но современное трактование они получили в 80-е гг. XX в., а в качестве отдельного крупного научного направления признаны мировым сообществом только в начале XXI в.

В подтверждение образования отрасли технологического машиностроения можно привести целый ряд соответствующих доводов: во-первых, в мире высокими темпами происходит глобализация, что выражается в конкурентной борьбе, а очевидным следствием последней является усложнение производимой ведущими странами промышленной продукции, которая не только становится более наукоемкой и технологически труднопроизводимой, но и формируется в виде соответствующих линий, комплексов или заводов, во-вторых, современные научные достижения, особенно в области материаловедения и машиностроения, находят правильное понимание в среде крупных управленцев и чиновников, что приводит к принятию последними обоснованных решений, и что особенно важно, на долгосрочную перспективу, в-третьих, накопившиеся в мире энергетические, ресурсные и экологические проблемы неизбежно приведут к поиску и реализации нового потенциала развития и ослаблению их влияния на человеческое общество.

Главным фактором, который сдерживает полномасштабное развитие отрасли технологического машиностроения, является, по мнению авторов, чисто экономический прагматизм ведущих мировых производителей технологического оборудования (особенно самых крупных и энергоемких агрегатов), не желающих активно заниматься созданием принципиально новых машин, которые обеспечат существенное повышение эффективности

промышленного производства. Парадокс такого поведения можно объяснить тем, что контролируемый ими рынок производства обеспечивает на данный момент высокую рентабельность, а отсутствие конкурентов не стимулирует активную модернизацию выпускаемого оборудования. Кроме того, надо иметь в виду и другой важный фактор, заключающийся в том, что оборудование для крупных производств является, по сути, механизмом современного неокOLONИАЛЬНОГО воздействия на другие страны, отстающие по уровню технологического развития.

Необходимо также отметить, что ведущие производители активно рекламируют свои новейшие разработки, но для большинства таких видов оборудования, как дробилки, мельницы, тепловые агрегаты, смесители, грануляторы и др., это выражается только во внешнем облике изделий, а техническая суть их сохранилась с момента создания, а с нею и реальная технологическая эффективность.

Следствием экономического превосходства развитых стран является их полная гегемония во всех сферах деятельности, что позволяет им как косвенно, так, во многих случаях, и напрямую оказывать управляющее воздействие на большинство других стран. Такие страны становятся зависимыми в проведении самостоятельной экономической политики и вынуждены превращаться в сырьевые придатки своих более развитых партнеров. Этот процесс носит глобальный характер и дает наглядное представление о тех неизбежных последствиях, к которым могут привести действия наиболее крупных и промышленно развитых государств в случае создания в составе мирового хозяйства отрасли технологического машиностроения.

Тенденция формирования и становления отрасли технологического машиностроения в мировом масштабе заслуживает особого внимания и соответствующей оценки. Различные страны имеют разный уровень развития и характеризуются различной структурой промышленности. Они отличаются своими размерами, количеством населения, финансовым, энергетическим, природным, кадровым и производственным потенциалом, и неизвестно, как они поведут себя в складывающейся ситуации и к чему это приведет. Наличие такого вопроса необходимо для прогнозирования на долгосрочный период государственной политики в области науки и техники.

Сейчас очевидно, что предугадать сценарий поведения отдельных стран не представляется возможным, а вот влияние отдельных государств, прежде всего крупных, на этот процесс можно достоверно учитывать. Как уже указывалось, мировым лидером в технологическом машиностроении должен стать Китай. Это крайне неблагоприятный сценарий развития,

который может привести к непоправимым изменениям в глобальной экономике и появлению единоличного лидера в технологической сфере промышленности. Такой сценарий является крайне опасным и нежелательным для подавляющего большинства стран. Надвигающаяся угроза заключается в монополизировании рынка важнейших видов машин и оборудования, неизбежном использовании гегемонии силы в технологическом развитии для расширения своих интересов в других сферах, в том числе политической, торговой и, что вполне вероятно, военной. Этого нельзя допустить и следует в кратчайшие сроки противодействовать всеми доступными методами установленному технологическому господству Китая в мировом разделении труда.

Активная, а зачастую и реакционная, экономическая политика Китая, который за счет экспорта во многие страны, например, в Латинскую Америку готовых промышленных товаров и импорта продукции аграрного сектора и добывающей промышленности приводит к «репримаризации» этих стран из-за увеличения доли товаров первичного передела и аграрно-сырьевого сектора в производстве и внешней торговле. Например, в Бразилии за последние 15 лет этот прирост составил 50 % при их общем содержании в ВВП 65,2 % [185].

Китай также воздействует и на Беларусь, где заметно уменьшилась доля собственного машиностроения и возросло в составе ВВП содержание так называемых «минеральных» продуктов (с 20,2 % в 2000 г. до 37,9 % в 2009 г.) [1, 3]. По сути, это не что иное, как медленный переход экономики РБ из промышленной в аграрно-сырьевую.

Единолично противостоять активно развивающейся экономике Китая ни одна, даже такая крупная страна, как США, противостоять не может. Вытеснить Китай из сегмента технологического машиностроения даже теоретически нереально, а вот ограничить потенциал и не дать ему стать гегемоном представляется возможным. Решение видится в создании альянсов различных государств для совместного освоения рынка технологических машин.

Подобных союзов может быть множество, но наиболее жизнеспособным, как это ни покажется странным на первый взгляд, следует считать объединение стран Западной Европы и России. В настоящее время объединение подобного рода кажется нереальным по политическим и иным мотивам, но это весьма поверхностное представление, которое легко может быть изменено рядом серьезных доводов (взаимостребованность экономик, историческая общность народов, транспортная логистика, выгодное географическое расположение и т. д.).

Рынок отрасли технологического машиностроения будет гораздо шире, а продукция сложнее и разнообразнее, чем та, которая производится другими отраслями. Это заводы по производству заводов, а каждый из этих заводов надо также проектировать, что потребует большого количества высококвалифицированных специалистов и позволит в лучшую сторону изменить социальную структуру в тех регионах, где такие проектные организации будут расположены.

Следует отметить также роль технологического машиностроения в создании новых видов боеприпасов и вооружения. Именно новые технологии переработки материалов позволяют, например, получать взрывчатые вещества с большей поражающей способностью или делать летательные аппараты и боевую технику более дешевой, легкой и надежной. Это технологии производства военной продукции и использование достижений в области материаловедения и создания эффективного оборудования для получения материалов с дополнительными функциональными возможностями и сниженными затратами на их производство. Это важный сегмент приложения отрасли технологического машиностроения, который не останется без внимания военных, особенно в крупных странах.

Формирование мировой отрасли технологического машиностроения, как это уже многократно происходило в истории с другими отраслями, в том числе с нанотехнологиями, будет сопровождаться самыми разнообразными действиями ее участников: информационным обманом, экономическими санкциями, научно-техническим шпионажем, подкупом чиновников, ложными сделками, лоббированием своих интересов и т. д. Это будет жесткая, бескомпромиссная борьба за огромные рынки продукции, экономическое могущество и политическое влияние.

Заключение

Представленные авторами монографии материалы, выводы и обобщения построены по принципу сопоставления общего и частного. В качестве общего рассматривается мировая экономика, ее основные черты, тенденции и закономерности развития с учетом исторического опыта, имеющихся ресурсов и технологического уровня, а частным выступает экономика Беларуси, ее научно-производственная структура, сравнительная оценка с экономиками передовых стран с целью выработки наиболее эффективных направлений инновационного развития.

Сравнительный анализ организации и содержания промышленно-технологической политики таких ведущих стран, как США и ФРГ, дает основание для вывода о формировании инновационной «революционной ситуации» на мировых рынках и многоуровневой конвергенции связанных с ней технологических, экономических и политических процессов. Одним из основных результатов этих процессов является переход на создание так называемых передовых производственных технологий. По сути, это есть не что иное, как технологические комплексы, т. е. вполне определенное, но пока внешне скрытое, продвижение к формированию отрасли технологического машиностроения. Эти и многие другие высококонкурентные и наукоемкие товары и услуги обещают ведущим развитым странам очевидные конкурентные преимущества, параллельно придают новый смысл и импульс развитию прочих приоритетных инновационных отраслей и направлений и служат предпосылкой возрождения промышленности, что сегодня определяется тезисом «реиндустриализация» и означает очередной цивилизационный прорыв.

Нынешнее состояние экономики Беларуси, прежде всего отрасли машиностроения, требует принятия важных организационных решений в части выбора стратегии инновационного построения новой модели индустриального роста. Понимание авторами этой общенациональной проблемы сводится к тому, что государство уже не имеет права на ошибку, когда необоснованное направление развития приведет к непредсказуемым последствиям. Беларусь не первая страна, оказавшаяся в столь тяжелом экономическом положении. Многие страны успешно вышли из подобного состояния. Примеры – Южная Корея, Израиль, Словения, которые также не обладают большими природными ресурсами, но успешно используют человеческий капитал и его хорошую организацию.

Мировые лидеры, прежде всего США, ФРГ, Япония, Франция и др., уже имея мощную индустриальную основу и успешно функционирующие рынки, строят свою технологическую политику на комплексном развитии различных отраслей промышленности, отдавая приоритет конкурентным отраслям и направлениям и вкладывая в них значительную часть своих ресурсов. Крупные страны делают это по многим направлениям, а более мелкие, такие как Финляндия или Израиль, выбирают только отдельную, но хорошо востребованную на рынке продукцию и доводят ее до лучшего мирового уровня.

Идеология белорусского промышленного производства коренным образом отличается от той, которую проводят малые развитые страны с низкими природными ресурсами. Если к этому добавить, что производимая заводами РБ продукция текстильной отрасли, деревообработки, строительных материалов, станкостроения и т. д. не имеет конкурентных преимуществ, отличается высокой энергоемкостью и не обеспечивает получения должной прибавочной стоимости, на внешние рынки ее очень часто просто не пускают, то сложившуюся ситуацию иначе как безвыходной называть нельзя.

Можно и нужно утверждать, что несмотря на реальные трудности, выход на устойчивые пути развития Беларусь имеет и один из них – реализация энерготехнологической концепции национальной безопасности, которая предлагается авторами для создания нового промышленного направления – технологического машиностроения.

Востребованность отрасли технологического машиностроения будет неуклонно возрастать по мере повышения роли различных эффективных материалов в технологическом прогрессе при ужесточении требований к их производству. В первую очередь следует обратить внимание на энергосбережение, рациональное природопользование и экологическую безопасность. Внедрение новых эффективных технологий и оборудования в соответствующие отрасли промышленности позволит на первом этапе основную государственную выгоду получать не от стоимости продаж этих технологий и оборудования, а от той экономии энергии и ресурсов, которая с их помощью будет получена в производственной и социальной сферах страны, использующей это оборудование.

Важным фактором устойчивого развития можно считать экспортный потенциал отрасли технологического машиностроения, что позволяет снизить импорт ряда машин и одновременно уйти от сырьевой направленности своей экономики. Выход на рынки с высококонкурентной продукцией в виде машин и оборудования (а лучше – технологических

комплексов или заводов «под ключ») является залогом стабилизации всей экономики, вследствие чего появятся новые социальные выгоды для населения, улучшится демографическая ситуация и в позитивную сторону изменится гуманитарный облик общества.

Республика Беларусь относится к числу малых государств с переходной экономикой и характеризуется общей неустойчивостью и минимальной долей наукоемкой продукции, особенно машин, в составе своего экспорта. Довести эту долю до значений, соответствующих значениям передовых стран, возможно не ранее чем через 15–20 лет и только при выполнении жестких требований: во-первых, заниматься указанными проблемами нужно незамедлительно и на самом высоком уровне, во-вторых, промышленности необходимо структурное реформирование, в-третьих, финансирование НИОК(Т)Р следует выполнять на венчурной основе, в-четвертых, надо создать максимально благоприятные условия для работы своих ученых и разработчиков.

Развитие долгосрочной стратегии модернизации национальной экономики в силу особенностей ее нынешнего состояния должно строиться избирательно на основе определенного числа так называемых «точек роста», т. е. конкурентных направлений инновационного развития. Для Беларуси это могут быть передовые производственные технологии, основанные на оборудовании для комплексной переработки сырья и материалов и получения продуктов нового качественного уровня. Технологическое машиностроение для решения этих задач будет производственной базой, способной удовлетворить внутренний спрос на многие виды оборудования, обеспечивающего в первую очередь энерго- и ресурсосбережение, и позволяющей нарастить экспорт выпускаемых на ее заводах машин в количестве десятков процентов от общего объема внешней торговли.

Предлагаемый сценарий инновационного развития не рассматривает конфронтации на внутреннем рынке с другими направлениями экономического развития и в значительной степени нацелен на консолидацию с ними в решении ряда совместных проблем (например, переработка отходов, использование возобновляемых источников энергии, создание технологических комплексов, модернизация существующих производств и т. д.).

Разработанную авторами энерготехнологическую концепцию устойчивого развития можно рассматривать как самостоятельный инновационный продукт, который следует использовать не только как информационный модуль при прогнозировании долгосрочных проектов национального развития, но и как действенный активизатор обоснования заключения

контрактов с зарубежными партнерами, в том числе и на межправительственном уровне.

Создание новых видов машин и оборудования является мощным источником развития отрасли технологического машиностроения. В случае разработки меньших по размерам и массе агрегатов, основанных на модульных принципах построения, их производство может быть организовано на станках меньших типоразмерных групп с минимизированными затратами на материалы, энергию и трудовые ресурсы. Это в итоге представляет собой перевод данной продукции на более высокий уровень наукоемкости и позволяет получать дополнительную прибавочную стоимость от ее продаж.

Список литературы

- 1 **Сиваченко, Л. А.** Современное технологическое машиностроение : основные положения / Л. А. Сиваченко // Инженер-механик. – 2010. – № 4. – С. 10–20.
- 2 **Слонимский, А. А.** Научный потенциал и проблемы трансформации технологической структуры Республики Беларусь / А. А. Слонимский // Изв. БИА. – 1996. – № 1. – С. 30–38.
- 3 **Сиваченко, Л. А.** Современное технологическое машиностроение : резервы развития / Л. А. Сиваченко // Инженер-механик. – 2011. – № 1. – С. 11–21.
- 4 Селективное разрушение минералов / В. И. Ревнивцев [и др.]. – М. : Недра, 1988. – 286.
- 5 **Сиваченко, Л. А.** Энерготехнологическая концепция национальной безопасности / Л. А. Сиваченко // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2012. – № 2. – С. 78–88.
- 6 **Сиваченко, Л. А.** Технологическое машиностроение – основа создания энергоэффективных технологий, машин и комплексов / Л. А. Сиваченко, Т. Л. Сиваченко // Энергоэффективность. – 2016. – № 6. – С. 28–32.
- 7 Технологические пределы с максимальным потенциалом энергосбережения / Л. А. Сиваченко, У. К. Кусебаев, И. А. Реутский, А. М. Ровский // Энергоэффективность. – 2015. – № 10. – С. 24–30.
- 8 **Сиваченко, Л. А.** Управляемые вибрационные машины и технологии – основа создания новой отрасли промышленности – технологического машиностроения / Л. А. Сиваченко, Т. Л. Сиваченко // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2016. – № 3. – С. 74–85.
- 9 **Акопова, Е. С.** Мировая экономика и международные экономические отношения / Е. С. Акопова, О. Н. Воронкова, Н. Н. Гаврилко. – Ростов н/Д : Феникс, 2000. – 416 с.
- 10 **Елова, М. В.** Мировая экономика: введение во внешнеэкономическую деятельность / М. В. Елова, Е. К. Муравьева, С. М. Парфенова ; под ред. А. К. Шуркалина, Н. С. Цыпиной. – М. : Логос, 2002. – 248 с.
- 11 **Козловский, В. В.** Мировая экономика: социально ориентированный подход / В. В. Козловский, Э. А. Лутохина ; под ред. Э. А. Лутохиной. – Минск : ИВЦ Минфина, 2005. – 352 с.
- 12 **Ломакин, В. К.** Мировая экономика / В. К. Ломакин. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 671 с.

13 **Прокофьева, Н. Г.** Экономика зарубежных стран : курс лекций / Н. Г. Прокофьева. – Минск : Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2009. – 113 с.

14 **Лысенкова, Н. В.** Рынок технологий. Ориентиры вхождения Беларуси в международный технологический рынок / Н. В. Лысенкова, В. В. Почекина ; под ред. В. Ф. Медведева. – Минск : Равноденствие, 2003. – 163 с.

15 **Глазьев, С. Ю.** Теория долгосрочного технико-экономического развития / С. Ю. Глазьев. – М. : ВладДар, 1993. – 310 с.

16 **Родионова, И. А.** Макрогеография промышленности мира / И. А. Родионова. – М. : Московский лицей, 2000. – 240 с.

17 **Сиваченко, Л. А.** Технологическое машиностроение как основа передовых промышленных технологий / Л. А. Сиваченко, Т. Л. Сиваченко. – Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2016. – № 4. – С. 67–77.

18 **Шимов, В. Н.** Инновационное развитие экономики Беларуси : движущие силы и национальные приоритеты / В. Н. Шимов, Л. М. Крюков. – Минск : БГЭУ, 2014 – 199 с.

19 **Перерва, П. П.** Управление инновационной деятельностью : учеб. пособие в 3 ч. Ч. 1. Основы инновационного менеджмента экономики инноваций / П. П. Перерва, С. Н. Глаголев, С. А. Мехович ; под общ. ред. П. П. Перервы, С. Н. Глаголева. – Белгород ; Харьков : БГТУ, 2012. – 545 с.

20 **Данилин, И.** Новая промышленно-экономическая политика развитых стран : ждет ли нас IV индустриальная революция? / И. Данилин // Год планеты. Ежегодник. Экономика. Политика. Безопасность. – 2014. – С. 65–76.

21 **Atkinson, R. D.** Innovation Economics / R. D. Atkinson, S. J. Azell // Yale University Press, 2012. – P. 25–28.

22 Report to the President on Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing. Executive Office of the President. President's Council of Advisors on Science and Technology. June, 2011.

23 Report of the MIT Taskforce on Innovation and Production. Massachusetts Institute of Technology, 2013. – P. 10.

24 Emerging Global Trends in Advanced Manufacturing. Institute for Defense Analyses. IDA Paper P-4603. March, 2012.

25 Industrial Revolution. Manufacturing and Innovation. Special Report // The Economists. Apr. 21, 2012.

26 **Сиваченко, Л. А.** Энерготехнологическая концепция национальной безопасности / Л. А. Сиваченко, Б. А. Унаспеков. – Минск : Энерго-эффективность, 2013. – № 5. – С. 28–31.

27 A Blueprint for an America Built to Last. Jan., 2012. The White House.

28 National Network for Manufacturing Innovation: A Preliminary Design. Executive Office of the President. National Science and Technology Council. Advanced Manufacturing National Program Office. Jan., 2013.

29 **Мау, В.** Глобальный кризис и тенденции экономического развития / В. Мау, А. Улюкаев // Вопросы экономики. – 2014. – № 11. – С. 4–24.

30 **Евенко, В. В.** Экономика отрасли (Машиностроение) / В. В. Евенко, Д. В. Ерохин, Е. М. Кожемякина ; под ред. В. В. Евенко, Д. В. Ерохина. – Брянск : БГТУ, 2011. – 413 с.

31 **Кузнецов, В. А.** Технологические процессы машиностроительного производства / В. А. Кузнецов, А. А. Черепяхин, И. И. Колтунов. – М. : ФОРУМ, 2010. – 526 с.

32 **Жолобов, А. А.** Технология автоматизированного производства / А. А. Жолобов. – Минск : Дизайн ПРО, 2000. – 624 с.

33 **Бухалков, М. Н.** Организация производства на предприятиях машиностроения / М. И. Бухалков. – М. : ИНФРА-М, 2013. – 511 с.

34 **Иванов, И. Н.** Организация производства на промышленных предприятиях / И. Н. Иванов. – М. : ИНФРА-М, 2013. – 325 с.

35 **Мехович, С. А.** Новые инструменты инновационной политики в реализации программ технологического реинжиниринга промышленных предприятий / С. А. Мехович // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2014. – № 3. – С. 130–140.

36 Обзор инновационного развития Республики Беларусь. Организация Объединенных Наций. Нью-Йорк и Женева, 2011 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.scienceportal.org.by/upload/Innovation%20Performance%20Review%20of%20Belarus%202011_rus_1.pdf. – Дата доступа: 15.09.2013.

37 Обзор инновационного развития Казахстана. Организация Объединенных Наций. Нью-Йорк и Женева, 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.un.org/ru/ppublications/pdfs/innovative_development_survey_kazakhstan_rus.pdf. – Дата доступа: 15.09.2013.

38 Обзор инновационного развития Украины. Организация Объединенных Наций. Нью-Йорк и Женева, 2013 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uneece.org/index.php&id=32861>. – Дата доступа: 15.09.2013.

39 **Васильев, В. Н.** Технологическая зависимость экономики, переход машиностроительных предприятий на инновационный путь развития и особенности выхода России из текущей депрессии / В. Н. Васильев // Вестн. машиностроения. – 2013. – № 11. – С. 72–80.

40 **Васильев, В. Н.** Модернизация отечественного машиностроения – ключевая задача реиндустриализации всей промышленности и перевода ее

на инновационный путь развития / В. Н. Васильев, Т. Г. Попкович // Заготовительные производства в машиностроении. – 2012. – № 11. – С. 38–40.

41 От переходного периода к трансформации: устойчивое и всеобъемлющее развитие в Европе и Центральной Азии : докл. 14 специализированного агентства ООН Общественной палате РФ, Москва, июнь 2012 г. – М. – 2012. – С. 35–38.

42 Инновационное развитие экономики : интеллектуальные ресурсы, управление знаниями / Под ред. Б. З. Мильнера. – М. : ИНФРА-М, 2010. – 624 с.

43 **Иноземцев, В. А.** Модернизация России в контексте глобализации / В. А. Иноземцев // Мировая экономика и международные отношения. – 2010. – № 3. – С. 105–117.

44 **Белоусов, С. В.** ВПК Израиля: роль экспорта вооружений / С. В. Белоусов // Мировая экономика и международные отношения. – 2010. – № 3. – С. 78–93.

45 **Литвинец, В. И.** Экономическая модель корпоративного государства. Ресурсы. Системный анализ / В. Н. Литвинец, А. Н. Тур ; под науч. ред. П. Г. Никитенко. – Минск : Технопринт, 2004. – 114 с.

46 **Гапеева-Сергейчик, О. О.** Тенденции развития машиностроительного комплекса Республики Беларусь / О. О. Гапеева-Сергейчик, С. М. Караневич // Образование, наука и производство в XXI веке : современные тенденции развития : материалы Юбилейной междунар. конф. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2016. – С. 163–164.

47 Устойчивое экономическое развитие в условиях глобализации и экономики знаний: концептуальные основы теории и практики управления / Под ред. В. В. Попкова. – М. : Экономика, 2007. – 295 с.

48 **Соколинский, В. М.** Дайджект экономической теории / В. М. Соколинский, – М. : Аналитика пресс, 1998. – 133 с.

49 **Кузнецов, О. Л.** Устойчивое развитие: научные основы проектирования в системе «природа – общество – человек» / О. Л. Кузнецов, Б. Е. Большаков. – М. : Гуманистика, 2002. – 248 с.

50 **Глазьев, С. Ю.** Снова к альтернативной системе межгосударственной политики / С. Ю. Глазьев. – М. : Рос. эконом. журн. – 2013. – № 3. – С. 3–37.

51 **Соколов, В.** Российское машиностроение в системе международных экономических связей / В. Соколов // Мировая экономика и международные отношения. – 2010. – № 6. – С. 61–71.

52 **Сиваченко, Л. А.** Технологическое машиностроение – стратегический резерв развития промышленности Беларуси / Л. А. Сиваченко // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2011. – № 3. – С. 126–130.

53 **Сиваченко, Л. А.** Технологическая концепция современной промышленной революции / Л. А. Сиваченко // Вестн. БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2007. – № 1. – С. 94–102.

54 **Сиваченко, Л. А.** Измельчение – основное зерно энерготехнологической концепции национальной безопасности / Л. А. Сиваченко // Интерстроймех-2010 : материалы Междунар. науч.-техн. конф. : в 2 т. – Белгород, 2010. – Т. 2. – С. 121–127.

55 **Сиваченко, Л. А.** Механизм экономии топливно-энергетических ресурсов в промышленности / Л. А. Сиваченко, Т. В. Романькова // Механика XXI века : материалы V Междунар. науч.-техн. конф. – Братск : БрГУ, 2006. – С. 134–137.

56 **Хайнике, Г.** Трибохимия : пер. с англ. / Г. Хайнике. – М. : Мир, 1987. – 594 с.

57 **Сиваченко, Л. А.** Вибрационные машины и технологии – основа создания отечественного технологического машиностроения / Л. А. Сиваченко // Управляемые вибрационные технологии и машины : сб. науч. ст. – Курск : ЮЗГУ, 2012. – Т. 1. – С. 30–39.

58 Энерготехнологические проблемы дезинтеграторных технологий в промышленности строительных материалов и пути их решения / Л. А. Сиваченко, Т. Л. Сиваченко, Н. В. Курочкин, Ю. К. Добровольский // Энергоэффективность. – 2014. – № 12. – С. 22–25.

59 **Сиваченко, Л. А.** Основные положения совершенствования дезинтеграторных технологий / Л. А. Сиваченко // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2011. – № 4. – С. 95–106.

60 **Сиваченко, Л. А.** Практическая реализация технологической вибротехники / Л. А. Сиваченко, Т. Л. Сиваченко // Вибрационные технологии, мехатроника и управляемые машины : сб. науч. ст. : в 2 т. – Курск : ЮЗГУ, 2014. – Т. 1. – С. 22–25.

61 Технологические аппараты адаптивного действия / Л. А. Сиваченко [и др.]. – Минск : БГТУ, 2008. – 375 с.

62 Механоактиваторы адаптивного действия и их развитие / Л. А. Сиваченко, В. С. Севостьянов, Т. Л. Сиваченко, С. Ж. Багитова // Вибрационные технологии, мехатроника и управляемые машины : сб. науч. ст. : в 2 т. – Курск : ЮЗГУ, 2016. – Т. 1. – С. 48–57.

63 **Севостьянов, В. С.** Технологические аппараты с иглофрезерными рабочими органами для комплексной переработки композиционных материалов / В. С. Севостьянов, Т. Л. Сиваченко, С. А. Михайличенко // Вестн. БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2015. – № 2. – С. 50–56.

64 **Сиваченко, Л. А.** Энерготехнологическая концепция национальной безопасности / Л. А. Сиваченко, Б. А. Унаспеков // Энергоэффективность. – 2013. – № 5. – С. 28–31.

65 **Сиваченко, Л. А.** Дезинтеграторные технологии, их техническая обеспеченность и перспективы развития / Л. А. Сиваченко, Д. В. Титов, Т. Л. Сиваченко // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов : межвуз. сб. ст. – Белгород : БГТУ, 2009. – С. 228–233.

66 **Яковец, Ю. В.** Эпохальные инновации XXI века / Ю. В. Яковец. – М. : Экономика, 2004. – 446 с.

67 **Быков, А. А.** Макроструктура национальной экономики и энергетические риски / А. А. Быков // Белорус. эконом. журн. – 2012. – № 2. – С. 48–60.

68 **Хамчуков, Д. Ю.** Развитие промышленности Республики Беларусь : Основные задачи и сдерживающие факторы / Д. Ю. Хамчуков, Е. М. Бородинская // Эконом. бюл. НИЭН. – 2012. – № 10. – С. 4–14.

69 Внешняя торговля Республики Беларусь / 2011г. Доклад Национального Банка РБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/doclad/2012_1/10/pdf. – Дата доступа: 15.01.2017.

70 **Шимов, В. Н.** Модернизация национальной экономики: императив времени / В. Н. Шимов, Л. М. Крюков // Белорус. эконом. журн. – 2013. – № 2. – С. 18–42.

71 **Богдан, Н. И.** Сектор высоких технологий: методические вопросы определения и перспективы развития / Н. И. Богдан // Белорус. эконом. журн. – 2010. – № 3. – С. 78–93.

72 **Мойсейчик, Г. Н.** Об основных направлениях реформы системы интеллектуальной собственности в Беларуси / Г. Н. Мойсейчик // Белорус. эконом. журн. – 2010. – № 3. – С. 94–108.

73 **Кондратьев, В.** Особенности ресурсной модели экономического роста / В. Кондратьев // Проблемы теории и практики управления. – 2015. – № 6. – С. 20–27.

74 **Путин, В. В.** О наших экономических задачах / В. В. Путин // Ведомости. – 2015. – № 15 (3029). – С. 1–12.

75 **Афонцев, А.** Мировая экономика в поисках новой модели роста / А. Афонцев // Мировая экономика и международные отношения. – 2014. – № 2. – С. 3–12.

76 Статистический ежегодник Республики Беларусь-2009. – Минск : Белстат, 2010. – 582 с.

77 **Хитько, В. И.** К проблеме о реализации инноваций в промышленных производствах / В. И. Хитько, И. Н. Плющевский // *Новости науки и технологий.* – 2011. – № 1. – С. 35–39.

78 **Шумилин, А. Г.** Инновационное развитие Республики Беларусь / А. Г. Шумилин // *Эконом. бюл. НИЭИ Минэкономики Респ. Беларусь.* – 2016. – № 12. – С. 17–21.

79 **Мясникович, М. В.** Концептуальные направления обеспечения экономической безопасности и инновационного экономического роста Республики Беларусь на среднесрочную перспективу / М. В. Мясникович // *Белорус. эконом. журн.* – 2010. – № 3. – С. 1–15.

80 **Шамрай, Ф. А.** Модернизация в России / Ф. А. Шамрай // *Строительные и дорожные машины.* – 2012. – № 2. – С. 2–7.

81 **Попов, Д. Ю.** Проблемы ускоренного инновационного развития экономики / Д. Ю. Попов, И. Н. Плющевский // *Эконом. бюл. науч.-исследоват. эконом. ин-та Респ. Беларусь.* – 2016. – № 2. – С. 13–19.

82 **Гришин, И.** Модернизация России в контексте глобализации / И. Гришин // *Обзорные материалы науч. семинара. Современные проблемы развития: Материал подготовки. И. Гришин, Мировая экономика и международные отношения, Москва, 2010.* – № 2. – С. 90–103.

83 **Русан, В. Н.** Возобновляемая энергетика и энергетическая безопасность / В. Н. Русан, Ю. С. Почанин, В. П. Нистюк. – Минск : Энергопресс, 2014. – 646 с.

84 **Гаврилова, Н. М.** Опыт инновационного развития Финляндии и Израиля / Н. М. Гаврилова // *Мировая экономика и международные отношения.* – 2012. – № 8. – С. 59–67.

85 **Акаев, А.** Экономика XXI века – это нооэкономика, экономика справедливости и разума / А. Акаев // *Проблемы теории и практики управления.* – 2014. – № 11. – С. 8–12.

86 **Hirooka, M.** Innovation dynamism and economic growth / M. Hirooka // *A nonlinear perspective.* – Cheltenham, UK ; Northampton, USA ; «Edward Elgar», 2006.

87 **Глазьев, С. Ю.** Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса / С. Ю. Глазьев. – М. : Экономика, 2010. – 356 с.

88 **Акаев, А.** Основы современной теории инновационно-технологического развития экономики и управления инновационным процессом / А. Акаев // *Анализ и моделирование глобальной динамики.* – М. : АИБРОКОМ, 2010. – 283 с.

89 **NBIC-технологии. Инновационная цивилизация XXI века / А. К. Казанцев, В. Н. Киселев, А. Л. Рубвальтер, О. В. Руденский.** – М. : ИНФРА-М, 2012. – 318 с.

90 **Полтерович, В. М.** Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации / В. М. Полтерович // Вопросы экономики. – 2009. – № 6. – С. 24–33.

91 **Браун, А. Р.** Экоэкономика. Как создать экономику, оберегающую планету / А. Р. Браун. – М. : Весь мир, 2003. – 516 с.

92 **Перес, К.** Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания / К. Перес. – М. : Дело, 2011. – 148 с.

93 **Алле, М.** Глобализация: разрушение условий занятости и экономического роста / М. Алле. – М. : ТЕИС, 2003. – 212 с.

94 **Стиглиц, А. Ж.** Глобализация: тревожные тенденции / А. Ж. Стиглиц. – М. : Мысль, 2003. – 275 с.

95 **Вернадский, В. И.** Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский. – М. : Айрис-пресс, 2012. – 314 с.

96 **Богданов, В. С.** Технологические комплексы и оборудование предприятий промышленности строительных материалов / В. С. Богданов, С. Б. Булгаков, Г. Д. Федоров. – Белгород : Везелица, 2007. – 446 с.

97 **Баловнев, В. И.** Дорожно-строительные машины и комплексы / В. И. Баловнев ; под общ. ред. В. И. Баловнева. – М. : Машиностроение, 1988. – 384 с.

98 **Самохвалов, Е. Н.** Автоматизированные технологии и производства в машиностроении / Е. Н. Самохвалов, Ю. М. Соломенцев, В. А. Гречишников ; под общ. ред. Ю. М. Соломенцева. – М. : Станкин ; ЯНУС-К, 2006. – 800 с.

99 **Громан, М. Б.** Нормализация зубчатых колес / М. Б. Громан, П. С. Зак, М. А. Шлейфер. – М. : Госстандарт, 1967. – 284 с.

100 **Кондратьев, В.** Мировая экономика как система глобальных цепочек стоимости / В. Кондратьев // Мировая экономика и международные отношения. – 2015. – № 3. – С. 5–17.

101 От уверенного старта – к успеху нового поколения : выступление Президента Александра Лукашенко при обращении с ежегодным посланием к белорусскому народу и Национальному собранию // СБ Беларусь сегодня. – 2016. – 22 апр. – С. 2–6.

102 **Сибикин, Ю. Д.** Технология энергосбережения / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. – М. : ФОРУМ, 2012. – 352 с.

103 Перспективы мировой экономики до 2040 г. / А. Макаров, А. Галкина, Е. Грушевенко, Д. Грушевенко // Мировая экономика и международные отношения. – 2014. – № 1. – С. 3–20.

104 **Cato, M.** Green Economics: An Introduction to Theory, policy and Practice / M. Cato. – London Earthscan, 2009. – С. 32–40.

105 Навстречу «зеленой» экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности : обобщающий докл. для представителей властных структур, Франция, Сен-Мартэн-Бельвю, ЮНЭП, 2011. – Режим доступа: http://available.at:un_org/ru/development/sustainable/ges_sunthesis.pdt. – Дата доступа: 15.10.2014.

106 **Аношко, Я. И.** Минерально-сырьевые ресурсы в народно-хозяйственном комплексе Республики Беларусь / Я. И. Аношко, А. В. Унукович, В. В. Варакса // Беларус. эконо. журн. – 2010. – № 4. – С. 133–142.

107 **Севостьянов, В. С.** Технические основы переработки и утилизации техногенных материалов / В. С. Севостьянов, Л. И. Шинкарев, М. В. Севостьянов. – Белгород : БГТУ, 2011. – 263 с.

108 **Дельянова, В. С.** Экологические и технико-экономические аспекты использования отходов нерудной промышленности в производстве цемента / В. С. Дельянова, В. И. Калашников, Г. Н. Казина // Строительные материалы. – 2006. – № 11. – С. 52–53.

109 **Бальзанников, М. И.** Экологические аспекты производства строительных материалов из отходов промышленности / М. И. Бальзанников, В. П. Петров // VIII академические чтения РААСН «Современное состояние и перспективы развития строительного материаловедения». – Самара, 2004. – С. 47–50.

110 Экология / А. В. Токай [и др.] ; под общ. ред. А. В. Токая. – М. : Юрайт, 2012. – 411 с.

111 **Егоров, В. Л.** Обогащение полезных ископаемых / В. Л. Егоров. – М. : Недра, 1986. – 423 с.

112 **Сиваченко, Л. А.** Технологическое машиностроение как основа передовых промышленных технологий / Л. А. Сиваченко, Т. Л. Сиваченко // Вестн. Беларус.-Рос. ун-та. – 2016. – № 4. – С. 67–77.

113 Прогнозирование и планирование экономики / Г. А. Кандаурова [и др.] ; под общ. ред. Г. А. Кандауровой, В. И. Борисевича. – Минск : Современ. шк., 2005. – 476 с.

114 **Винслав, Ю.** Национальная промышленная политика: еще раз об абсолютной модернизационной необходимости и ключевых параметрах развертывания / Ю. Винслав // Рос. эконо. журн. – 2012. – № 4. – С. 3–26.

115 **Смирнов, С. В.** Экономический рост и экономические кризисы в России: конец 1920-х годов – 2014 год / С. В. Смирнов // Вопросы экономики. – 2015. – № 5. – С. 28–47.

116 **Шамрай, Ф. А.** О рисках, связанных с модернизацией России / Ф. А. Шамрай // Строительные и дорожные машины. – 2010. – № 5. – С. 2–10.

117 **Шамрай, Ф. А.** Россия вперед! / Ф. А. Шамрай // Строительные и дорожные машины. – 2009. – № 11. – С. 2–8.

118 Энциклопедический словарь Бронгауза-Ефрона : в 20 т. – СПб. : 1983. – Т. 17. – С. 372–373.

119 **Судо, М. М.** Кладовые земли / М. М. Судо. – М. : Знание, 1987. – 152 с.

120 **Алиев, А.** Менеджмент развития. Вопросы теории и практики управления в странах с переходной экономикой / А. Алиев. – М. : Экономика, 2003. – 436 с.

121 **Варнавский, В.** Глобальная конкурентоспособность обрабатывающей промышленности США / В. Варнавский // Мировая экономика и международные отношения. – 2015. – № 2. – С. 34–46.

122 **Кондратьев, В.** Мировая экономика как система глобальных цепочек стоимости / В. Кондратьев // Мировая экономика и международные отношения. – 2015. – № 3. – С. 5–17.

123 **Белоусов, А. В.** Импортоспособность экспорта Республики Беларусь как фактор участия в глобальных цепочках создания стоимости / А. В. Белоусов // Белорус. эконом. журн. – 2016. – № 3. – С. 63–80.

124 **Калядин, А.** Недооцененный ресурс глобального управления / А. Калядин // Мировая экономика и международные отношения. – 2014. – № 1. – С. 21–31.

125 **Бабосов, Е. М.** Социология управления / Е. М. Бабосов. – Минск : Тетрасистемс, 2014. – 288 с.

126 **Карпенков, С. Х.** Концепции современного естествознания / С. Х. Карпенков. – М.: Академический Проект, 2000. – 639 с.

127 **Зимон, А. Д.** Коллоидная химия / А. Д. Зимон, Н. Ф. Лещенко. – М. : ГАР, 2001. – 320 с.

128 О создании межотраслевых научно-технических комплексов (МНТК) [Электронный ресурс] : Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР, 12 дек. 1986 г., № 1230. – Режим доступа: <http://wiki.laser.ru/index.php/>. – Дата доступа: 15.10.2014.

129 **Аввакумов, Е. Г.** Механические методы активации химических процессов / Е. Г. Аввакумов. – Новосибирск : Наука, 1986. – 305 с.

130 **Севостьянов, В. С.** Научные основы создания и расчет технологических комплексов для производства строительных материалов и изделий / В. С. Севостьянов. – Белгород : БГТУ, 2011. – 190 с.

131 **Сиваченко, Л. А.** Передовые производственные технологии и их использование в промышленности строительных материалов / Л. А. Сиваченко, В. С. Севостьянов, Т. Л. Сиваченко // Наукоемкие технологии и

инновации : материалы Междунар. науч.-практ. конф. : в 5 ч. – Белгород : БГТУ, 2016. – Ч. 4. – С. 241–245.

132 **Половинкин, А. И.** Основы инженерного творчества / А. И. Половинкин. – М. : Машиностроение, 1988. – 368 с.

133 **Вайцяховіч, П. Я.** Асновы інжынернай творчасці / П. Я. Вайцяховіч. – Минск : БДТУ, 2005. – 128 с.

134 **Альтшуллер, Г. С.** Алгоритм изобретения / Г. С. Альтшуллер. – М. : Московский рабочий, 1973. – 296 с.

135 **Альтшуллер, Г. С.** Творчество как точная наука / Г. С. Альтшуллер. – М. : Сов. радио, 1979. – 184 с.

136 **Андрейчиков, А. В.** Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – М. : ЛЕНАНД, 2015. – 306 с.

137 **Сиваченко, Л. А.** Пути развития современного технологического машиностроения / Л. А. Сиваченко // Инновационные материалы и технологии : сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. – Белгород : БГТУ, 2011. – Ч. 2. – С. 111–118.

138 Энерготехнологические проблемы дезинтеграторных технологий в промышленности строительных материалов и пути их решения / Л. А. Сиваченко, Т. Л. Сиваченко, Н. В. Курочкин, Ю. К. Добровольский // Энергоэффективность. – 2014. – № 12. – С. 22–25.

139 **Сиваченко, Л. А.** Основные положения совершенствования дезинтеграторных технологий / Л. А. Сиваченко // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2011. – № 4. – С. 95–106.

140 **Сиваченко, Л. А.** Практическая реализация технологической вибротехники / Л. А. Сиваченко // Вибрационные технологии, мехатроника и управляемые машины : сб. науч. ст. : в 2 т. – Курск : ЮЗГУ, 2014. – Т. 1. – С. 100–113.

141 **Лозовая, С. Ю.** Схемы устройств для помола с деформируемыми рабочими камерами / С. Ю. Лозовая // Вестн. БГТУ : в 3 ч. – 2003. – Ч. 3, № 6. – С. 323–325.

142 Технологические комплексы и оборудование для переработки утилизации техногенных материалов / В. С. Севостьянов, В. И. Уральский, М. В. Севостьянов, О. А. Носов. – Белгород : БГТУ, 2015. – 321 с.

143 **Акунов, В. И.** Струйные мельницы / В. И. Акунов. – М. : Машиностроение, 1967. – 240 с.

144 **Ребиндер, П. А.** Физико-химическая механика – новая область науки / П. А. Ребиндер. – М. : Знание, 1958. – 64 с.

145 **Ребиндер, П. А.** Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия / П. А. Ребиндер. – М. : Наука, 1978. – 368 с.

146 **Ребиндер, П. А.** Научные основы технологии производства новых материалов / П. А. Ребиндер, Н. В. Михайлов // Вестн. АН СССР. – 1961. – № 10. – С. 70–80.

147 **Овчинников, П. Ф.** Виброреология / П. Ф. Овчинников. – Киев : Наук. думка, 1983. – 272 с.

148 **Севостьянов, В. С.** Основы положения физико-химической механики в совершенствовании технологических процессов / В. С. Севостьянов, Л. А. Сиваченко, Т. Н. Ильина // Экология и рациональное природопользование как фактор устойчивого развития : сб. докл. межвуз. науч.-практ. конф. – Белгород : БГТУ, 2014. – С. 263–270.

149 **Витязь, П. А.** Высокие технологии и наноматериалы в строительной индустрии / П. А. Витязь, В. Г. Горобец // Строительная наука. – 2009. – № 6. – С. 4–16.

150 **Левданский, Э. И.** Совершенствование процесса измельчения силвинитовой руды перед обогащением / Э. И. Левданский, А. Э. Левданский, П. С. Гребенчук // Обогащение руд. – 2007. – № 3. – С. 3–7.

151 **Вайтехович, П. Е.** Интенсификация и моделирование процессов диспергирования в поле инерционных сил / П. Е. Вайтехович. – Минск : БГТУ, 2008. – 220 с.

152 **Новик, Г. Я.** Управление свойствами горных пород в процессах горного производства / Г. Я. Новик, М. Г. Зильбершмидт. – М. : Недра, 1994. – 224 с.

153 **Сиваченко, Л. А.** Технологические резервы национальной экономики / Л. А. Сиваченко, С. Ж. Багитова, Ш. Г. Джумадилова // Инженерное образование и наука в XXI веке. Проблемы и перспективы : тр. Междунар. форума : в 2 т. – Алматы : КазНТУ, 2014. – Т. 2. – С. 597–604.

154 Порошки: получение, свойства, анализ / С. А. Бабенко, А. П. Ильин, В. В. Коробочкин, О. К. Семакина. – Томск : ТПУ, 2011. – 264 с.

155 Проблемы переработки влажных сырьевых материалов и пути их решения / Л. А. Сиваченко, В. В. Кутузов, А. М. Ровский, И. А. Реутский // Инженер-механик. – 2015. – № 1. – С. 16–20.

156 **Юревич, Т. К.** Внедрение энергоэффективной технологии сушки сырья и материалов в перерабатывающей промышленности, машиностроении, строительстве / Т. К. Юревич // Энергоэффективность. – 2010. – № 6. – С. 12–14.

157 **Бикбау, М.** Нанотехнологии в производстве цемента / М. Бикбау. – МИМЭТ, 2008. – 767 с.

158 **Левданский, А. Э.** Высокоэффективные проточные процессы и аппараты / А. Э. Левданский, Э. И. Левданский. – Минск : БГТУ, 2001. – 235 с.

159 **Глинка, Н. Л.** Общая химия / Н. Л. Глинка. – М. : КНОРУС, 2010. – 752 с.

160 **Уваров, В. А.** Машины для технологического транспортирования строительных материалов и изделий / В. А. Уваров, М. А. Степанов, Е. В. Кошкарёв. – М. : МГСУ, 2013. – 216 с.

161 **Спиваковский, А. О.** Транспортирующие машины / А. О. Спиваковский, В. К. Дьячков. – М. : Машиностроение, 1983. – 384 с.

162 **Мулухов, К. К.** Транспортные машины на горных предприятиях США / К. К. Мулухов. – М. : Недра, 1981. – 190 с.

163 **Сиваченко, Л. А.** Проблемы технологического транспорта строительных материалов / Л. А. Сиваченко, Н. Э. Богданов // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов : межвуз. сб. ст. – Белгород : БГТУ, 2014. – С. 246–254.

164 Способ подготовки и проведения сушки влажных материалов : пат. Респ. Казахстан № 29108 / Л. А. Сиваченко, Т. Л. Сиваченко, Е. Г. Голбан. – Оpubл. 17.11.2014.

165 Турбинный ветроагрегат для струйного измельчения : пат. Респ. Казахстан № 28146 / Л. А. Сиваченко, Б. А. Унаспеков, Е. Г. Голбан. – Оpubл. 21.01.2014.

166 **Капитонов, О. А.** Пути повышения энергоэффективности в асинхронном электроприводе / О. А. Капитонов, А. С. Третьяков // Образование, наука и производство в XXI веке : современные тенденции развития : материалы Юбилейной междунар. конф. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2016. – С. 172–173.

167 **Поспелова, Т. Г.** Основы энергосбережения / Т. Г. Поспелова. – Минск : Технопарк, 2000. – 353 с.

168 **Судиловский, В. К.** Энергоэффективные газотурбинные и парогазовые технологии в промышленности строительных материалов / В. К. Судиловский, А. В. Соколовский, В. Н. Романюк // Изв. БИА. – 2002. – № 1. – С. 53–57.

169 **Сиваченко, Л. А.** Прямое использование энергии ветра в технологических процессах / Л. А. Сиваченко, Т. Л. Сиваченко // Энергоэффективность. – 2016. – № 12. – С. 24–27.

170 **Аверченков, В. И.** Инновационный менеджмент / В. И. Аверченков, Е. Е. Ваинмаер. – М. : Флипта ; МПСИ, 2008. – 280 с.

171 История техники / А. А. Зворыкин [и др.]. – М. : Изд-во соц.-эконом. лит., 1962. – 772 с.

172 Промышленность и техника: энцикл. промышленных знаний. Т. 4: Обработка камней и земель. Технология химических производств / Под ред. А. А. Байкова. – СПб. : Просвещение, 1896. – 1230 с.

173 Горная энциклопедия / Под ред. Е. А. Козловского. – М. : Совет. энцикл., 1984. – 1991 с.

174 **Клушанцев, Б. В.** Дробилки. Конструкция, расчёт, особенности эксплуатации / Б. В. Клушанцев, А. И. Косарев, Ю. А. Муйземник. – М. : Машиностроение, 1990. – 320 с.

175 **Сиваченко, Л. А.** Дезинтеграторные технологии, их техническая обеспеченность и перспективы развития / Л. А. Сиваченко, Д. В. Титов, Т. Л. Сиваченко // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов : межвуз. сб. ст. – Белгород : БГТУ, 2009. – С. 228–233.

176 **Ходаков, Г. С.** Физика измельчения / Г. С. Ходаков. – М. : Недра, 1972. – 360 с.

177 **Перов, В. А.** Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых / В. А. Перов. – М. : Недра, 1990. – 301 с.

178 Установки, использующие электроимпульсную дезинтеграцию твердых тел. Перспективы развития / В. И. Курец [и др.] // Оборудование для дезинтеграции минерального сырья : межведомств. сб. науч. тр. – СПб., 1991. – С. 105–117.

179 Новые методы разрушения горных пород / М. А. Емелин [и др.]. – М. : Недра, 1990. – 240 с.

180 **Колосов, А. С.** Некоторые вопросы моделирования и оценки энергетической эффективности процессов измельчения твердых тел / А. С. Колосов // Изв. СО АН СССР. – 1985. – Вып. 2. – С. 26–39.

181 Вопросы развития техники и технологии измельчения материалов / Л. А. Сиваченко, Е. А. Шаройкина, В. С. Севостьянов, Т. Л. Сиваченко // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов : межвуз. сб. ст. – Белгород : БГТУ, 2010. – С. 315–321.

182 Вибрационная дезинтеграция твердых материалов / В. И. Ревнивцев [и др.]. – М. : Недра, 1992. – 430 с.

183 Механоактиваторы адаптивного действия и их развитие / Л. А. Сиваченко, В. С. Севостьянов, Т. Л. Сиваченко, С. Ж. Багитова // Вибрационные технологии, мехатроника и управляемые машины : сб. науч. ст. : в 2 т. – Курск : ЮЗГУ, 2016. – Т. 1. – С. 48–57.

184 **Левенсон, Л. Б.** Дробильно-сортировочные машины и установки / Л. Б. Левенсон, П. М. Цигельный. – М. : Стройиздат, 1952. – 420 с.

185 **Красильщиков, В.** Восходящие страны: центры силы или колоссы на глиняных ногах / В. Красильщиков // МЭМО. – 2015. – № 6. – С. 108–117.

186 **Приписнов, В.** Мировая экономика – новые риски и возможности / В. Приписнов // Год планеты: экономика, политика, безопасность, Ежегодник. – М. : Идея-Пресс, 2015. – С. 31–44.

Электронная библиотека
Белорусско-Российского университета

Оглавление

Введение	3
1 Общие черты мировой экономической системы и тенденции ее трансформации	7
1.1 Состав и структура мировой экономической системы.....	7
1.2 Оценка национальных субъектов мирового хозяйства и их конкурентоспособности	10
1.3 Тенденции и закономерности трансформации базовых отраслей промышленности в составе мировой экономической системы	15
1.4 Структурные изменения в промышленности мира и их влияние на формирование отрасли технологического машиностроения	21
2 Научно-технологическая сфера и инновационное обновление общества	29
2.1 Оценка технологического уровня современного промышленного производства.....	29
2.2 Промышленно-технологическая политика развитых стран и ее влияние на мировую экономику	32
2.3 Основные направления инновационного обновления общественного производства	37
3 Современное машиностроение, его структура и закономерности развития	42
3.1 Структура отрасли машиностроительного производства и ее технологическая трансформация.....	42
3.2 Современный уровень развития машиностроительного производства.....	47
3.3 Закономерности и пути развития машиностроения.....	52
4 Энерготехнологическая концепция устойчивого развития и ее основные положения	62
4.1 Устойчивое развитие и механизмы его практической реализации.....	62
4.2 Обоснование сущности энерготехнологической концепции устойчивого развития	65
4.3 Основные положения энерготехнологической концепции и пути ее практической реализации	70

5 Предпосылки создания отрасли технологического машиностроения.....	79
5.1 Современная мировая экономика в поисках новых источников роста.....	79
5.2 Оценка факторов повышения эффективности технологической структуры и проблемы их реализации.....	82
5.3 Обоснование целесообразности выделения технологического машиностроения в самостоятельную отрасль промышленности	86
6 Нооэкономика современного развития и место в ней отрасли технологического машиностроения	92
6.1 Нооэкономика и ее роль в технологическом развитии.....	92
6.2 Проблемы создания высокоэффективных технологических комплексов и пути их решения	96
6.3 Определяющая роль технологического машиностроения в промышленно-технологическом развитии	100
7 Энергетическая и ресурсная основы технологического развития.....	107
7.1 Энергетический фактор инновационного развития общества и его определяющая роль в эффективности производства....	107
7.2 Ресурсная база сырья и материалов, ее состояние и проблемы рационального использования	111
7.3 Значение отрасли технологического машиностроения для комплексного решения задач энерго- и ресурсосбережения и экологической безопасности.....	118
8 Ресурс глобального управления и его возможности для формирования отрасли технологического машиностроения.....	122
8.1 Мировой опыт системного управления технологическим развитием.....	122
8.2 Задачи и направления обеспечения эффективного управления развитием отрасли технологического машиностроения.....	126
8.3 Организационные структуры управления формированием отрасли технологического машиностроения.....	132
9 Разработка методической базы создания нового технологического оборудования.....	136
9.1 Достижения науки и техники и их роль в создании новых материалов, технологий и оборудования.....	136

9.2 Существующие методы решения изобретательских задач технологического развития	141
9.3 Разработка методической базы создания новых видов технологического оборудования.....	149
10 Потенциал повышения эффективности технологической сферы промышленного производства.....	162
10.1 Обоснование выбора основных направлений повышения эффективности технологической сферы.....	162
10.2 Оценка потенциала повышения эффективности технологических переделов и процессов	165
10.3 Другие направления и факторы повышения эффективности технологической среды.....	178
11 Дезинтеграторные технологии как область практического приложения отрасли технологического машиностроения.....	193
11.1 История развития и современный уровень техники измельчения материалов	193
11.2 Опыт развития дезинтеграторных технологий в Советском Союзе	201
11.3 Потенциал перевооружения производств на основе совершенствования техники и технологии измельчения материалов... ..	204
11.4 Основные направления развития техники и технологии измельчения материалов	208
12 Авторские комментарии по вопросам создания и функционирования отрасли технологического машиностроения.....	220
12.1 Оценка потенциала различных стран в области развития технологического машиностроения	220
12.2 Возможности Республики Беларусь в развитии технологического машиностроения	223
12.3 Политическое значение отрасли технологического машиностроения и ее влияние на ход мировой истории.....	228
Заключение.....	232
Список литературы.....	236

Научное издание

Сиваченко Леонид Александрович
Сиваченко Татьяна Леонидовна

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ –
ИННОВАЦИОННЫЙ РЕЗЕРВ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

Редактор *Т. А. Рыжикова*
Художественное оформление обложки *В. П. Бабичева*
Технический редактор *А. Т. Червинская*
Компьютерный дизайн *Н. П. Полевничая*

Подписано в печать 27.03.2017. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 14,76. Уч.-изд. л. 16,0. Тираж 500 экз. Заказ № 205.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 24.01.2014.

Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.