

## ПУТИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Сиваченко Л.А., д-р техн. наук, профессор  
*Белорусско – Российский университет*

Рассмотренные материалы [1,2] развития технологического машиностроения показывают высокую актуальность этой сферы производственной деятельности и дают представление о реальных перспективах перевооружения промышленности, но не раскрывают путей их реализации. Суть современного этапа развития заключается не в эволюционных изменениях, а в смене технологических укладов. Например, в дезинтеграторных технологиях это II технологический уклад, и это не только чрезвычайно сложная, но и очень важная задача, требующая выработки особой стратегии.

Анализ состояния ряда промышленных технологий производства многих видов сырья и материалов показывает, что они не только очень затратны, но и крайне несовершенны. При этом возникает риторический вопрос: “Чем обусловлено такое состояние и что делать?”. Ответ на первую часть вопроса был дан в статье [2]. В его основе лежит исторический парадокс технологического развития, и корпоративным эгоизмом фирм – производителей оборудования. Ответ на вторую часть вопроса не может быть однозначным. По сути это целый комплекс взаимосвязанных положений, оценок и предложений. Изложим его в авторской редакции [3].

Основное внимание к себе требует правильное понимание состояния вопроса. Его основу определяет алгоритм действий. Это последовательность следующего приоритета: сырье – технологии – базовое оборудование – технологический комплекс – производственная структура – готовый продукт. За этой простой с виду цепочкой функциональных позиций кроется сложнейший механизм, требующий учета всех явлений и закономерностей. Его основная идея – найти неизвестные ранее резервы и обеспечить их техническое воплощение.

В мире уже накоплен огромный массив технологических, но их системное представление отсутствует. Особенно тяжелое положение с оборудованием, для крупнотоннажных производств. Такое оборудование сложно моделировать, а тем более проводить апробацию новых технических 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.

Кардинально решить проблему энергосбережения при проведении дезинтеграторных переделов можно только путем совершенствования технологий и вывода их на мировой уровень. Правильное понимание методов решения этой проблемы может дать разработка энерготехнологической концепции (ЭТК). Некоторые её положения изложены в работе [3].

Внедрение новых способов и оборудования потенциально позволит получить огромную выгоду на предприятиях, прежде всего, в крупнотоннажных переделах, но итоговый результат перевооружения будет зависеть от создания агрегатов, способных заменить существующие. Здесь два сценария событий. Первый – традиционный, основанный на стохастической модернизации системы. Второй – директивное решение проблем путем создания единого центра управления, выработки стратегии и разработки оптимальных механизмов её реализации. Примером последнего служит МНТК “Механобр”, созданный в 1985г. [4]. Цели здесь ставились грандиозные, например, по снижению энергоемкости в 3–5 раз. Развал СССР нарушил эти планы, но сейчас эта проблема встает во весь рост и её решение требует других подходов. Изменились и условия, – в том числе требования по энерго- и ресурсосбережению, экологичности и конкурентоспособности.

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

Самой несовершенной технологической машиной, по имеющей наибольшее использование в промышленности является шаровая мельница. Сейчас в мире эксплуатируется до 100000 шаровых мельниц производительностью 20 – 150 тонн в час и мощностью двигателя 400 – 3000 кВт. Среднюю стоимость таких агрегатов можно оценить в 2 – 3

млн. \$ США. Вывод напрашивается сам собой. Кто первым создаст более эффективное оборудование, тот сможет завоевать рынок этой продукции. Если к этому добавить возможность производства большого спектра оборудования для многих других технологий, запасных частей и вспомогательного оборудования, а также выполнение проектных работ, то реальные перспективы здесь очевидны.

В составе рассматриваемых нами объектов техники и технологии не представлены тепловые агрегаты и нанотехнологии. Это не означает, что они малоперспективны для развития, но отношение к ним должно быть с других позиций.

Анализ эффективности реализации энерготехнологической концепции является масштабной задачей и в данной работе не может быть решен. Проведем укрупненный расчет эффективности на основе упрощенных показателей применительно к дезинтеграторным стадиям переработки материалов на примере Беларуси и России. В расчетах учтем только наиболее значимые составляющие, что дает нам право быть уверенными в достоверности итоговых результатов.

Для Беларуси стоимость электроэнергии на помол материалов при цене  $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$  электроэнергии  $0,12$  \$ США и её расходе  $2$  млрд.  $\text{кВт} \cdot \text{ч}$  составляют порядка  $240$  млн. \$ США. По данным [5] затраты, связанные с ремонтом измельчителей ввиду их износа, составляют примерно  $50\%$  от стоимости измельчения. Остальные  $50\%$  затрат составляет электроэнергия. Следовательно, стоимость измельчения будет равна  $480$  млн. \$ США. Стоимость мелющих тел в составе затрат, связанных с ремонтом при цене за  $1$  тонну  $1000$  \$ США и их расходе  $70$  тысяч тонн в год составляет  $70$  млн. Капитальные затраты на приобретение новой техники, разнесенные на срок её эксплуатации  $20$  лет, определим по показателю [5], в соответствии с которым масса оборудования, перерабатывающая  $1$  млн. тонн материала в год, в среднем составляет  $1000$  тонн. Отсюда получаем, что на переработке  $100$  млн. тонн материала в год задействовано соответствующее оборудование массой  $100$  тысяч тонн. С учетом заданного срока эксплуатации ежегодно необходимо устанавливать новое оборудование массой  $5000$  тонн при его цене, по данным заводов – изготовителей, не менее  $8000$  \$ США за  $1$  тонну. В итоге годовые капитальные затраты составят  $40$  млн. \$ США. С учетом стоимости монтажа, вспомогательных агрегатов это значение, по меньшей мере, следует удвоить, т.е. мы имеем значение совокупных капитальных затрат  $80$  млн. \$ США. В расчетах не учтены строительные работы, которые весьма значительны.

Затраты на сушку при совмещенных процессах помола и механотермическую обработку оценены нами в 150 тысяч тонн условного топлива. В пересчете на электрический эквивалент из соотношения  $1\text{кВт}\cdot\text{ч} = 0,32\text{кг}$  условного топлива это составит порядка 470 млн.  $\text{кВт}\cdot\text{часов}$  электроэнергии стоимостью 56,4 млн. \$ США.

Суммируя перечисленные затраты на проведение процессов дезинтеграции получаем их общую величину 616,4 млн. \$ США.

Для укрупненных расчетов на этих цифрах можно остановиться, хотя в целом в них не учтён целый ряд затратных статей, например, на проектные и строительные работы. На этом основании получим удельные приведенные затраты на переработку 1 тонны материала, которые можно считать заниженными. Они составят 6,164\$ США.

Важнейшей задачей выполненного анализа является определение величины экономии соответствующих издержек при проведении перевооружения дезинтеграторных технологий. Для выбора понижающих коэффициентов снижения издержек воспользуемся как директивными значениями [4], так и экспертными оценками [6]. По первым можно руководствоваться следующими значениями: электроэнергия – 3–5 раз, металлоемкость 6–8 раз, по вторым – пропорциональному соотношению различных составляющих при проведении модернизации, а также авторской оценке. На этом основании остановимся на следующих значениях понижающих коэффициентов: электроэнергия –  $K_e = 2$ , металлоемкость –  $K_m = 3$ , ремонтные работы –  $K_p = 2$ , капитальные затраты –  $K_k = 3$ , технологическое тепло –  $K_m = 1,5$ . Отсюда суммарная экономия, отнесения к 1 тонне перерабатываемого материала, в итоге составит 3,122 \$ США.

С учётом общности экономик Беларуси и России аналогичные расчёты издержек и возможных выгод выполнены по методу качественных и количественных соответствий показателей функционирования родственных производств. Без дополнительных пояснений сведем их в таблицу 1.

Таблица 1

## Анализ дезинтеграторных технологий

№	Показатели	Беларусь		Россия	
		Затра- ты	Возмож- ная Эконо- мия	Затра- ты	Возмо- жная Эконо- мия
1	Расход электроэнергии млрд, кВт*ч	2	1	40	20
2	Стоимость электроэнергии, млн. \$ США	240	120	4800	2400
3	Затраты на ремонт, млн. \$ США	240	120	4800	2400
4	Капитальные затраты, млн. \$ США	80	53,4	1600	1068
5	Технологическое тепло Количество, млн. т. усл. т. Стоимость, млн. \$ США	0,15 56,4	0,05 18,8	3,0 1128	1,0 376
6	Суммарные затраты на процессы дезинтеграции, млн. \$ США	616,4	312,2	12328	6244
7	Суммарные затраты на процессы в электрическом эквиваленте, млрд. \$ США	5,137	2,601	102,73 3	52,033
8	Удельные затраты на переработку 1 т. Стоимость, млн. \$ США Электроэнергия приведения, кВт*ч	6,164 51,33	3,122 26,02	6,164 51,37	3,086 25,71
9	Удельные затраты на 1 жителя в год: Стоимость, млн. \$ США Электроэнергия, кВт*ч	63,49 528,7	32,19 286,0	86,3 719,18	43,2 359,94

Для наших стран удельные показатели процессов дезинтеграции и потенциальных возможностей повышения их эффективности имеют близкий порядок. Для России большая в 1,4 раза душевая переработка материалов повышает эти затраты и характеризует экономику как более сырьевую. Общая оценка ситуации – дезинтеграторные технологии чрезвычайно затратны и энергоёмки, но при этом именно огромные резервы их снижения.

Кроме дезинтеграторных переделов в промышленности при переработке различных материалов широко используется целый ряд различных процессов. Выберем самые значимые для Беларуси и дадим им соответствующую оценку.

Безусловно, на первом месте здесь тепловые процессы. Так, по данным [7], коэффициент полезного действия теплотехнологических установок колеблется в пределах 5–15%, а их реконструкция позволит довести его до 50% и экономить около 1,0 млн. т.у.т. в год, что соответствует примерно 3% от его общего потребления.

Производство цемента, извести, керамических изделий и стекла является самым энергоёмким в промышленности строительных материалов. Например, на обжиг 1 тонны клинкера на цементных заводах расходуются не менее 200 кг у.т. Известными и реализуемыми уже сегодня в мире мероприятиями этот показатель можно уменьшить на 40 – 45 кг, что при выпуске цемента в количестве 4,5 млн. тонн дает годовую экономию порядка 200 тысяч т.у.т. С учётом повышения эффективности тепловых агрегатов при производстве других строительных материалов эта величина составит не менее 0,3 млн. т.у.т. Если к этому добавить использование выгорающих добавок, сжигание твёрдых бытовых отходов, отбор тепла от корпусов и отходящих газов печей, то реальная экономия может достигнуть 0,5 млн. т.у.т. Это значение за счёт достижений нанотехнологий в области цемента может быть увеличено на 0,3 – 0,4 млн. т.у.т. и достигнуто путем замены до 50% клинкера дешёвыми минеральными добавками. С выполнением работ по экономии топлива в других сферах стройиндустрии суммарная экономия составит не менее 1 млн. т.у.т, а с вводом новых мощностей к 2013 – 2014г.г. и величины до 1,5 млн. т.у.т. в год.

Колоссальные возможности экономии энергоресурсов имеют предприятия химической, горнорудной, пищевой отраслей промышленности, машиностроения, металлургии, сельского хозяйства, транспорта. В этих сферах эффективность энергосбережения зависит от совершенства технологий и определяется степенью перевооружения. Потенциал экономии топлива здесь составляет не менее 1,5 млн. т.у.т., и электроэнергии 1 млрд.  $\text{кВт}\cdot\text{ч}$  в год.

Величина энергосбережения в промышленном электроприводе, использующем свыше 60% производимой электроэнергии, за счет снижения потерь в самих электропреобразователях и при оптимизации осуществляемых с их помощью технологических процессах, оценивается в 0,4 млрд.  $\text{кВт}\cdot\text{ч} / \text{год}$  [8]. Энергосбережение при внедрении на объектах Беларуси теплонаносных установок ещё выше и составляет только первичного топлива 0,6 млн. т.у.т.

Важным компонентом энергосбережения служит ресурсосбережение. Здесь примеров может быть ещё больше.

Нельзя обойти стороной и нанотехнологии. Пришло время осваивать их в промышленных объёмах. К сути энерготехнологической концепции это также имеет непосредственное отношение и может сопутствовать её реализации.

Суммируя представленные данные потенциала энергосбережения можно считать, что после проведения необходимых мероприятий в Беларуси можно экономить не менее 12 млрд. кВт·ч электроэнергии и 5 млн. т.у.т. в год с преобладающей экономией в натуральном исчислении. Представленная информация позволяет озвучить основные цифры, относящиеся к потенциалу энергосбережения в технологическом секторе. Это минимум 25% всей электроэнергии и 10% топлива. Эти цифры могут возрасти, но такую оценку должны дать специалисты соответствующих профилей. Далее речь будем вести только об дезинтеграторных технологиях.

Сделанный выше анализ показывает, что перевооружение дезинтеграторной сферы производства является неизбежным и востребованным для инновационного развития. Между тем, это сложнейшая задача и без активного участия в ее решении государственных органов тут не обойтись. С учетом исторического опыта развития дезинтеграторных технологий, сформулируем основные направления и пути их дальнейшего совершенствования на современном этапе.

1. Создание единого научно-технического центра, обеспечивающего координацию всех работ.

2. Разработка в рамках Союзного государства Россия – Беларусь комплексной научно-технической программы «Технологические комплексы» и создание многопрофильной корпорации «Технопром».

3. Привлечение к работе специалистов и организаций имеющих перспективные разработки и заключение с ними лицензионных контрактов.

4. Организация производства новой продукции в Белоруссии и России, и совместный выход на международные рынки.

Представленные предложения являются первой попыткой формирования новых взглядов на возможные пути кардинального повышения эффективности народного хозяйства на основе развития технологического машиностроения для перевооружения соответствующих отраслей промышленности и увеличения экспортного потенциала.

Сейчас очень важным является сотрудничество с ведущими научными центрами и фирмами как в России, так и в ряде других стран,

обладающих большим научно – технологическим, производственным и финансовым потенциалом. Правильно сформированные альянсы в этом случае являются очень эффективными и обеспечат не только быстрое, но и экономически выгодное вхождение в мировую систему разделения труда.

Автором представлен анализ состояния дезинтеграторных технологий, который показывает, на примере для Беларуси, потенциальную возможность повышения их эффективности и получения консолидированного эффекта в пересчете на энергетические показатели около 8% электроэнергии и 1,0–1,5% топлива от их общего потребления.

Энерготехнологическая концепция национальной безопасности, целью которой является создание технологического машиностроения, опирается на опыт исторического развития техники и технологии, но главный акцент в ней сделан на поиск путей повышения эффективности промышленного производства. Это перспективное направление и его успешная реализация позволит вывести на более высокий уровень многие отрасли народного хозяйства.

#### **Список литературы:**

1. *Сиваченко, Л. А.* Современное технологическое машиностроение. Основные положения / Л.А. Сиваченко // Инженер – механик. – 2010. № 4. – С. 10–20.
2. *Сиваченко, Л. А.* Современное технологическое машиностроение. Резервы развития / Л.А. Сиваченко // Инженер – механик. – 2011 – №1. – С. 11–21.
3. *Сиваченко, Л. А.* Измельчение – основное звено энерготехнологической концепции национальной безопасности // Матер. междунар. науч. техн. конф. Интерстроймех. – Белгород: 2010, Том 2. - С. 121–127.
4. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 12 декабря 1985г. №1230.
5. *Акунов, В. И.* О нормальном ряде измельчителей. Научное сообщение №32, ВНИИТИСМ, М.: Гостройиздат, 1958. - 86с.
6. *Ревнивцев, В. М.* Селективное разрушение минералов / В.И. Ревнивцев, Л.П. Зарогатский, И.М. Костин и др. - М.: Недра, 1988. - 286с.
7. Основные направления энергетической политики Республики Беларусь на период 2010 г. – Минск: Минтоп, 1996. - 46с.
8. *Поспелова, Т. Г.* Основы энергосбережения / Т.Г. Поспелова. – Мн. УП Технопринт, 2000. – 353с.