

**Раздел II.**  
**ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ**  
**(ПО ОТРАСЛЯМ И СФЕРАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)**  
**(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)**

УДК 620, ББК 31.15 © М.К. Беляев, Л.Н. Чижо

**М.К. Беляев, Л.Н. Чижо**  
**СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМЫ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*В статье проводится анализ современного состояния промышленного комплекса, сравнение с мировым рынком. Отражена наглядная динамика роста стоимостей стран мира, выявлена основная причина необходимости проведения модернизации промышленных предприятий. Сформулированы конкретные факторы, которые непосредственно влияют на рост производства предприятий в сфере промышленности. Также проведена оценка энергозатрат промышленного комплекса России. Авторы пришли к выводу, что вопрос наибольшего потенциала в отношении повышения энергоэффективности промышленных предприятий до конца еще не урегулирован именно на законодательном уровне, но, по предположениям авторов, в будущем он обязательно должен войти в стандартную практику деятельности. В статье также представлены существующие причины высоких энергозатрат производства, которые увеличивают энергоемкость продукции, опираясь на методику определения энергоемкости при производстве продукции и оказании услуг в технологических энергетических системах промышленного комплекса. Ключевым моментом в статье является проведенный анализ существующих проблем снижения энергозатрат на конкретном примере - промышленном предприятии, с точной практической обоснованностью данных. Авторами представлена конкретная модель системы управления энергозатратами, которая дает наибольший эффект по экономии, позволяет снизить уровень затрат на топливо и электроэнергию. Данная модель включает в себя технологическое совершенствование, оптимальность выбора сырья и способа его использования, дает оперативную отчетность по потреблению энергетических ресурсов. Положительная динамика показателей предприятия дает право судить, что применяемая система управления энергозатратами на предприятии промышленного комплекса эффективна и готова к практическую внедрению.*

**Ключевые слова:** энергозатраты, промышленный комплекс, энергоресурсы, энергоэффективность, инновации, модернизация, энергосберегающие мероприятия, экономика.

**К**лючевые аспекты при анализе современного состояния промышленности

Анализ тенденций развития промышленного производства и структуры производственных затрат показал, что при относительно низких ценах на энергоресурсы в России по сравнению с ценами мирового рынка затраты на топливо и энергию составляют от 10 до 40 % себестоимости продукции в зависимости от отраслевой принадлежности. В совокупном объеме промышленные предприятия потребляют 125-130 млн. т.у.т., что

составляет более трети произведенных в стране первичных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и свыше 50% электроэнергии. На рис.1 показана динамика роста валового внутреннего продукта - основного результата функционирования промышленности, по которой очевидно отставание российской промышленности в темпах развития от промышленности США и Китая.

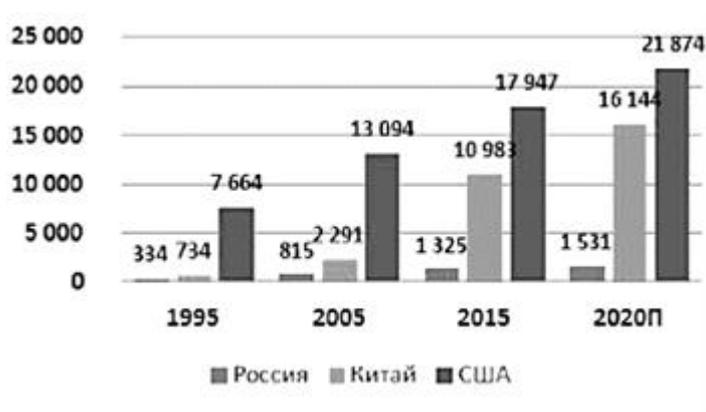


Рис. 1. Динамика роста валового внутреннего продукта России, Китая, США за 1995-2020 гг.

Обрабатывающая промышленность является крупнейшим конечным потребителем в России, на ее долю приходится около 30% всего конечного потребления энергии. Основной потенциал энергосбережения сосредоточен в наиболее энергоемких отраслях, к которым относятся отрасли с наиболее высокими абсолютными показателями потребления ТЭР (металлургическая, химическая и нефтеперерабатывающая

промышленность), а также с высокой долей затрат на ТЭР в издержках производства (производство машин и оборудования, производство строительных материалов, целлюлозно-бумажная промышленность)[2, с. 10].

Динамика индексов развития промышленности России за 2017-2018 гг. показывает падение в октябре 2017 г. и рост к январю 2018 г. (рис. 2).



Рис. 2. Динамика индексов развития промышленности России за 2017-2018 гг.

В 2018 г. наблюдается явный рост производства промышленных предприятий, на который повлияли следующие факторы:

- формирование спроса на продукцию предприятий на внутреннем рынке (при этом большое значение имеет грамотный анализ рынка);
- уровень налогообложения;
- достаточный уровень собственных и привлеченных финансовых ресурсов;
- обновление (модернизация) основных фондов;
- наличие квалифицированных кадров;
- уровень определенности экономической ситуации.

Следует отметить, что важнейшим элементом государственной политики в области энергосбережения, отраженной в программе «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года», является технологическое перевооружение предприятий на основе модернизации основных фондов. Модернизация промышленного комплекса невозможна без системной рационализации процесса использования энергоресурсов, повышения энергоэффективности установленного оборудования и технологических процессов производства.

Однако темпы переоценки балансовой стоимости основных фондов в условиях инфляции отстают от российских цен на машины и оборудование, и предприятия зачастую не могут сформировать фонды, достаточные для финансирования реноваций.

Экономический рост на микроуровне (для промышленного предприятия) невозможен без инвестиционных вложений. В связи с этим политика промышленных предприятий должна формировать стратегии инновационного и инвестиционного развития, которые основаны на выборе управленческих решений в области энергоэффективности. Повышение ин-

вестиционной активности в области энергетической модернизации предприятий — одно из ключевых условий их развития.

На основании изученной информации об инвестиционной активности ряда организаций и инвестиционных намерениях предпринимателей, согласно данным Росстата «Распределение организаций по оценке целей инвестирования в основной капитал», выявлено, что основной целью инвестирования в последние 10 лет является замена изношенной техники и оборудования.

Для многих промышленных предприятий энергоэффективность неразрывно связана с технологиями производства, а значит, она должна повышаться при замене существующего оборудования на энергоэффективное. Необходимость проведения модернизации производственного оборудования подтверждается статистической информацией об изменении степени износа основных фондов по видам промышленного производства в России, исходя из которой, мы можем сделать вывод о необходимости решения целого ряда проблем:

- высокая энергоемкость продукции;
- недостаточная эффективность генерации, транспортировки и распределения энергоресурсов;
- низкая надежность энергообеспечения;
- недостаточный объем или низкая достоверность информации о работе энергетической инфраструктуры;
- чрезмерная энергоемкость морально и физически устаревшего основного технологического процесса.

Высокую энергоемкость продукции следует признать основной из перечисленных проблем, в силу того, что она оказывает влияние на повышение себестоимости продукции и, как результат, на снижение конкурентоспособности промышленных предприя-

тий. При этом под энергоемкостью понимают величину потребления энергоресурсов на основные и/или вспомогательные технологические процессы при изготовлении продукции, выполнении работ, оказании

#### *Анализ и оценка энергозатрат в промышленности*

Проведенные анализ и оценка показали, что доля энергозатрат в себестоимости продукции отечественных промышленных предприятий слишком высока даже по российским меркам. В металлургии она достигает 20 %, нефтехимии - более 40 %, медной промышленности - около 80 %. Повышение энергоэффективности объектов возможно прежде всего путем глубокой модернизации мощностей (вывода или замены устаревшего оборудования из эксплуатации), а также развития альтернативной энергетики. По оценкам экспертов, оптимизация энергопотребления одних только теплоэнергетических предприятий (ТЭЦ, ТЭС) позволит получить до 1,5 ГВт дополнительной мощности.

Во многих отраслях промышленности (электроэнергетической, металлургической, нефтеперерабатывающей и нефтехимической) предприятия продолжают эксплуатировать устаревшее неэффективное оборудование и технологии, многие из которых не обновлялись (в лучшем случае) с конца 1980-х годов. Хотя в идеале это обновление должно происходить раз в пятнадцать лет.

В первую очередь это касается парка газовых и паровых турбин. Сейчас он насчитывает более 7000 единиц оборудования. Из них примерно 4500 турбин используются для перекачки газа, порядка 1200 - для выработки электрической и тепловой энергии, около тысячи - в газо- и нефтедобыче. Более половины парка турбин были введены в эксплуатацию еще в 1960-70-х годах, средняя выработка ресурса составляет 45 %. До 3-5 % парка (то есть где-то 300 единиц) характеризуются степенью выработки в 70 и более %.

Примерно 58,6 % всех установленных в России паровых турбин, составляющих основу действующего парка тепловой энергетики, требуют срочной замены. Только из 527 паровых турбин производства Уральского турбинного завода 160 уже выработали свой ресурс, превысив наработку в 250 тысяч часов. Установленный срок отработали, в частности, все турбины типа ВПТ-25-3, ВПТ-25-4, ПР-25-90/10/0,9, Т-50/55-130 и ПТ-50/60-130/7, почти половина турбин серий Т-100/120-130 (-1, -2 и -3), все турбины Р-38(40)-130-3, половина турбин Р-100-130/5 и три турбины серии Т-250/300-240[3].

Долгие годы модернизацию турбин просто игнорировали, а для поддержания их в рабочем состоянии проводили лишь текущий и капитальный ремонты, нацеленные на восстановление изначальных технических характеристик. В отличие от ремонта, модернизация оборудования, как правило, направлена на изменение характеристик (прежде всего КПД) турбин в сторону их повышения. В современных условиях ценообразования отпускная цена выработанной электростанцией электроэнергии практически равна ее себестоимости и, соответственно, не может покрыть издержек на модернизацию. Однако в расчет экономического обоснования модернизации может

услуг на базе существующей технологической системы.

быть принята плата за дополнительную мощность турбины, полученную в ее результате.

Экономическую целесообразность модернизации можно представить на примере самой распространенной на российских ТЭЦ турбине Т-100-130 (производства Уральского турбинного завода). После завершения работ мощность турбины возрастает на 30 МВт. Стоимость 1 МВт на рынке мощности в 2012 году в среднем по РФ составляет 120 тысяч рублей в месяц, то есть в расчет покрытия издержек по модернизации турбины приходится 43,2 миллиона рублей в год. При изначальной стоимости модернизации в 300 миллионов рублей срок окупаемости проекта составит всего семь лет, после чего компания начнет получать прибыль от выработки дополнительной мощности[4].

Более того, в зависимости от вида оборудования, степени его износа и других факторов экономия при модернизации может составлять до 30 - 50 % по сравнению с покупкой нового агрегата. Экономия достигается за счет отсутствия затрат на строительные работы (в том числе фундаментные), а также краткосрочной остановки турбины на время проведения работ.

Нельзя не упомянуть о состоянии электрических сетей. Ситуация в электросетевом комплексе также далека от идеала: свыше 70 % действующих электросетевых объектов (подстанций и ЛЭП) были введены в эксплуатацию двадцать пять и более лет назад. Следовательно, сегодня они остро нуждаются в реконструкции и модернизации. Это не говоря уже о необходимости строительства новых сетевых объектов в регионах со слаборазвитой сетевой инфраструктурой, а также для выдачи мощности и перераспределения нагрузок. Стоит сказать, что сетевое хозяйство еще с советских времен отставало от развития генерации. Доставка электричества потребителям по каким - то причинам считалась проблемой малозначительной. Такая политика привела к системному ослаблению надежности функционирования многих сетевых объектов. В России в ряде случаев один объект имеет единственный источник подключения (кроме стратегически важных) и в случае возникновения аварийной ситуации возможности перераспределить нагрузку практически нет.

Оценивая же техническое состояние сетей, эксперты отмечают, что износ оборудования подстанций и ЛЭП в некоторых регионах уже перевалил за 70 %. В целом же износ основных фондов электрических сетей ЕНЭС на данный момент составляет примерно 62 % (сетей ФСК ЕЭС - 48,5 %), из них машин и оборудования - 73 % (в ФСК ЕЭС - 70 %), сооружений - 58 % (в ФСК ЕЭС - 37,8 %). По компаниям Холдинга МРСК износ сетей на сегодня составляет примерно 69 %[3].

Глубокая реконструкция сетей позволит компаниям экономить, в том числе за счет снижения потерь при транспортировке электроэнергии.

Можно сделать вывод, что до 26-30 % всей производимой в мире электроэнергии расходуется именно насосами. Таким образом, из 150 ГВт мощности (в среднем), вырабатываемой российскими энергокомпаниями в год, на насосы приходится порядка 35 ГВт. Повышение КПД этих насосов на 5-10 % может дать совершенно бешеную экономию. А если оптимизировать систему управления, установить частотное регулирование привода, то она увеличится еще больше.

И все же модернизация мощностей - не единственный способ повысить энергоэффективность предприятия. Огромный потенциал в этом отношении заложен сегодня и в изменении структуры топливного баланса. Этим путем пошло руководство одного крупного нефтехимического комбината, заказавшее строительство на территории предприятия собственной электростанции, работающей на вторичных энергоресурсах. Вдобавок к этому было также установлено частотное регулирование и заменены низкоэффективные элементы технологической установки. Экономический эффект, полученный в результате внедрения этих энергосберегающих мероприятий, составил 129 миллионов рублей в год. Затраты окупались достаточно быстро: одна турбина для электростанции стоимостью 34 миллиона рублей окупилась всего за семь лет, вторая (стоимостью 87 миллионов) - за три с половиной года.

Кстати, судя по опыту ряда компаний, автономное энергообеспечение объектов вообще дает прямые экономические выгоды. Собственная электростанция (ЭС) позволяет экономить независимо от постоянно меняющейся тарифной сетки энергетической монополии и риска остаться вовсе без электроэнергии. К тому же затраты на топливо и сервисное обслуживание (замена масла, свечей), как правило, намного ниже, нежели оплата электричества ЭС. Не стоит забывать, что, помимо электрической энергии,

владелец той же газопоршневой электростанции (одна из самых популярных разновидностей автономных электростанций) получает еще большее количество энергии тепловой, вариантов использования которой также может быть масса. Плюс, имеется также дополнительный экономический аспект: излишки электро- и теплоэнергии можно продавать региональным энергосистемам.

И хотя в России данный вопрос еще не урегулирован законодательно, ожидается, что в будущем он войдет в стандартную практику. Таким образом, применение когенеративных ГПЭС позволит решать не только частные проблемы предприятия, но и обеспечивать сторонних потребителей теплом и светом без прокладки дополнительных линий электропередачи[3].

В соответствии с методикой определения энергоемкости при производстве продукции и оказании услуг в технологических энергетических системах высокие энергозатраты производства, увеличивающие энергоемкость продукции, возможны по следующим причинам:

- завышенная или заниженная нагрузка основного технологического оборудования;
- нарушение технологических регламентов производства;
- несоответствие климатических условий внутри производственных помещений установленным технологическим требованиям функционирования оборудования;
- несоблюдение обязательных требований к режимам работы систем электроснабжения;
- методические погрешности в расчетах энергобалансов;
- несоблюдение требований к организации и порядку проведения работ по испытаниям;
- наличие ошибок в результатах оценки энергоемкости продукции;
- неиспользованный потенциал вторичных энергоресурсов.

#### ***Результаты анализа существующих проблем снижения энергозатрат на промышленном предприятии (на примере АО «Себряковцемент»)***

В настоящее время у завода имеются: собственная сырьевая база, разведенных сырьевых запасов: по мелу - 936,53 млн.т.; по глине - 256,7 млн.т.; производственная мощность по клинкеру - 3 млн.т./год; производственная мощность по цементу - 4,06 млн.т./год; собственный парк ж.д. хопперцементовозов - 216; собственный парк автоцементовозов - 17 единиц[1].

Заводом выпускается 9 марок цемента. Отгрузка цемента осуществляется навалом в авто и ж.д.

транспорт, тара - мягкий контейнер «Биг-Бег» 1 тонна, бумажный мешок 50 кг., паллеты - 40 мешков по 50 кг. (2т.). Доля завода в производстве цемента в РФ по состоянию на 2015 г. составляет 4,85%. Численность работающих на предприятии - 1 503 чел.

На рис.3 наглядно показана динамика стоимости промышленного предприятия в период с 2012 по 2017 гг.

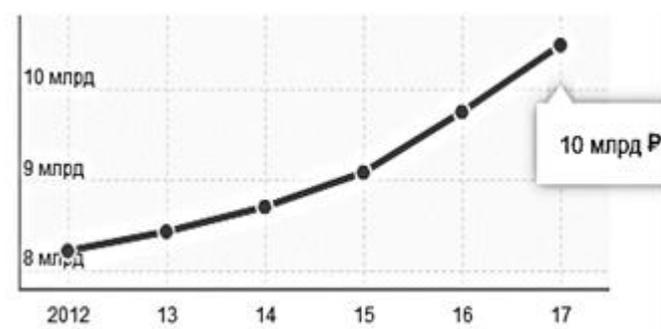


Рис. 3. Динамика стоимости АО «Себряковцемент» за период 2012-2017 гг.

Стоимость компании за 2017 год увеличилась на 30,5% до 10,00 млрд. руб. с 9,8 млрд. руб. за аналогичный период 2016 г., по отношению к базовому 2012 г. рост стоимости составил 22% (на 1,8 млрд. руб.). Основным фактором этого явилось техническое перевооружение предприятия и внедрение технологии производства цемента по сухому способу (было 7 печей производства цемента по мокрому способу и 1-полусухому). Более 10 лет назад на предприятии произведена реконструкция вращающихся печей и другого оборудования для производства сухих строительных смесей должны соответственно ГОСТ 28013-89. Основными компонентами производства сухих смесей являются пластифицированный портландцемент с минеральными добавками марки ПЦ500Д20-ПЛ, пыль от электрофильтров, песок; возможны наполнители и специальные добавки. Цемент добавками марки ПЦ500Д20-ПЛ, собственного производства, от цементной мельницы №7 подается пневмовинтовым насосом по цемпроводу в расходный бункер цемента. [1]

Пыль от электрофильтров печи №8 в цех сухих смесей завозится цементовозом и подаваться в расходный бункер пыли по пылепроводу. Песок с реки Медведица завозится автотранспортом в объединенный склад производства №1 и подается в расходный бункер песка грейферным краном. Возможные наполнители и специальные добавки являются покупными.

Подготовка фракционного песка осуществляется следующим образом. Речной песок из бункера емкостью  $V=10\text{м}^3$  тарельчатым питателем производительностью  $Q=20\text{т/ч}$  подается на ленточный транспортер длиной  $L=20\text{м}$ . С ленточного транспортера песок попадает в сушильный барабан  $\text{Ø}2,8 \times 15,4\text{м}$ , где происходит его сушка до влажности  $W=1\%$ . Из сушильного барабана скребковым транспортером КПС-500Т подается в элеватор производительностью  $Q=20\text{т/ч}$ . Из элеватора сухой песок поступает на вибросито с ячейкой 2мм, где происходит отделение посторонний включений. Затем очищенный песок

ленточным транспортером  $L=10\text{м}$  подается на сито-классификатор, где происходит рассев песка на три фракции. Каждая фракция направляется в отдельный расходный бункер.

По индивидуальному заказу или стандартному технологическому рецепту из расходных бункеров цемента, пыли электрофильтров и фракционного песка компоненты в заданном соотношении шнековыми питателями подаются на сборочный транспортер длиной  $L=18\text{м}$ . Специальные добавки отвешиваются на лабораторных весах и подаются на сборочный транспортер вручную.

Со сборочного транспортера компоненты поступают в двухвалковый смеситель СМК-125АМ Вес одного замеса сухой смеси составляет 6000кг. Смеситель оборудован затвором и работает циклически. Время перемешивания смеси определяется конкретным рецептом и колеблется от 7 до 9 минут.

Готовая перемешанная смесь через шиберный затвор подается в бункер трехсосковой упаковочной машины и упаковывается в мешки по 10, 25 и 50 кг. Мешки с готовой продукцией, проходя по ленточному транспортеру  $L=3\text{м}$  складываются на деревянные поддоны общим весом мешка до 1т. Кроме того, предусмотрена погрузка сухих смесей навалом в автотранспорт.

Проектная производственная мощность цеха по производству сухих смесей 400т/сутки, 12 тыс. т/мес., 144,0 тыс. т/год при коэффициенте использования оборудования 0,83.

На анализируемом предприятии действует традиционная система управления энергозатратами на основе уменьшения их доли в структуре себестоимости в результате внедрения инновационной технологии (рис. 4).

Данная инновация позволила снизить удельный расход электроэнергии на производство цемента со 115,1 кВт ч /т, 114, 2 кВт ч /т, 112,6 кВт ч /т. до 91,6 кВт ч /т, или 72,5% к среднеотраслевому уровню (расход электроэнергии на тонну цемента равен 126,3 кВт ч /т.).



Рис. 4. Модель применяемой системы управления энергозатратами на промышленном предприятии

Подводя итог проведенного анализа на примере промышленного предприятия, можно сделать вывод, что этот подход к управлению энергозатратами дает наибольший эффект по экономии энергозатрат: включает в себя технологическое совершенствование, оптимальность выбора сырья и способа его использования, конструктивные изменения в продукции; экономии энергетических ресурсов промышленного предприятия, основные функциональные зоны

ответственности при такой модели управления энергозатратами: мониторинг энергозатрат, анализ энергозатрат и оперативная отчетность по потреблению энергетических ресурсов. Результаты положительной динамики предприятия по выручке, прибыли и стоимости, снижение энергоемкости основного вида производства, показали, что применяемая система управления энергозатратами эффективна.

### Библиографический список

1. АО «Себряковцемент» [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://www.k-agent.ru/catalog/3437000021-1023405564522>, свободный.
2. Липатов, Ю. Приоритетные направления в реализации госпрограммы по энергосбережению и повышению эффективности [Текст] // Энергоаудит. – 2011. – № 3. – 10-13 с.
3. Мещерякова, Т.С. Анализ энергозатрат промышленных предприятий в современных условиях [Электронный ресурс] / Энергосбережение – 2015. – № 4 – Режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=6157](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6157), свободный.
4. Шевченко, О. ЭнергоНЕэффективная промышленность [Электронный ресурс] // Энергетика и промышленность России – 2012. – № 2 – Режим доступа: <https://www.eprussia.ru/epg/191/13697.htm>, свободный.

### Сведения об авторах:

**Беляев Михаил Константинович** – доктор экономических наук, профессор кафедры «Управление и развитие городского хозяйства и строительства» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» (400074, Российская Федерация, г. Волгоград.), e-mail: [mikhailbelyaev@mail.ru](mailto:mikhailbelyaev@mail.ru).

**Чижо Лариса Николаевна** - кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление и развитие городского хозяйства и строительства» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» (400074, Российская Федерация, г. Волгоград.), e-mail: [chizholn@mail.ru](mailto:chizholn@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 25.07.2019 г.