

ВЛИЯНИЕ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ САХАРНОГО КОМБИНАТА

С. В. Голобоков, к.т.н., доцент *, М.М.Чукарева,
С.Н. Медведева, к.т.н., доцент, А.А.Тихомирова
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»

В статье приведен анализ экономических показателей сахарных комбинатов Пензенской области и влияние экономии энергоресурсов на себестоимость продукции.

Ключевые слова: экономия энергоресурсов, производство сахара, себестоимость.

В 2018 году мировое производство сахара составило 172 млн. тонн. Производство сахара развито в 123 странах, при этом 80% объема вырабатывается из сахарного тростника и 20% — из сахарной свеклы. Данные по объемам мировых продаж сахара из разных источников несколько отличаются, но не меняют картины в целом.

Крупнейшими производителями сахара в мире являются Индия и Бразилия – примерно 1/3 часть рынка. 22% мирового производства приходится на страны ЕС. Наибольший объем производства в Европе обеспечивают Франция и Германия. Значительные объемы сахара также производят США, Пакистан, Китай и Австралия.

Доля России в мировом производстве сахара составляет около 4 %. На рынке присутствует пять крупных компаний - «Продимекс», «Сюкден», «Русагро», «Доминант» и «Разгуляй». В 2015 г. эти компании занимали свыше 50% от объема товарного рынка[1]. Динамика производства сахара в России за последние 5 лет представлена в таблице 1.

Таблица 1. Объемы производства сахара

Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Объем пр-ва, млн тонн	4,9	4,4	5,2	5,7	6,6	6,8

В развитии сахарной промышленности страны можно отметить следующие важные этапы:

2015 год – отказ от поставок сырца,

2016 год – вышли на 100 % обеспеченности внутреннего рынка,

2017 год – вышли на 10 % импорта от объема производства,

2018 год – созданы запасы свыше 100% внутреннего рынка.

В плане обеспечения продуктовой безопасности Россия сделала один из важных шагов. Потребление сахара в России по данным Госкомстата представлено в таблице 2.

Таблица 2. Распределение сахара на внутреннем рынке

№	Крупные потребители	Объем, тыс. тонн.	Доля рынка, %
1.	Кондитерская промышленность	1062	19
2.	Консервирование фруктов	561	10
3.	Хлебопекарная	527	9
4.	Розничная сеть	3024	54
5.	Прочие	448	8

Рост мощностей свекло-перерабатывающих заводов и высокая продуктивность отрасли стали результатом инвестиций последних лет. Продуктивность свеклосахарного комплекса выросла с 4,1 тонн сахара с 1 га посевов до 5,3 тонн с 1 га. Иностранные инвестиции в сахарную отрасль в России в тот же период весьма незначительны и с 2010 г прекратились вовсе. Это объясняется государственной политикой и экономическими причинами. Рост урожая сахарной свеклы в 2016 году был связан с тремя основными причинами: увеличением пахотных земель под выращивание сахарной свеклы, ростом урожайности и расширением перерабатывающих мощностей[2].

Переработкой сахарной свеклы и производством свекловичного сахара на территории РФ занимаются 70 крупных заводов. Преимущественно они действуют на европейской части РФ и в Краснодарском крае. В таблице 3 представлены данные о мощности сахарных комбинатов.

Таблица 3. География сахарного производства в России в 2015 г

Регион	Количество сахарных заводов	Суммарная мощность переработки, тыс. тонн свеклы в сутки
Краснодарский край	17	66
Курская	12	37
Воронежская	12	35
Белгородская	11	30
Тамбовская	6	19
Липецкая	6	17
Орловская область	4	12
Республика Башкортостан	4	11
Алтайский край	4	5
Пензенская область	3+1	18
Республика Татарстан	3	7
Тульская область	3	5

Согласно данным Минсельхоза, общая мощность сахарных заводов России по итогам 2017 года составила 380 тыс. тонн свеклы в сутки. Основным сырьем для производства сахара в России традиционно является сахарная свекла. С ростом урожая свеклы и действием импортных пошлин на сахар-сырец производство сахара из сырца и вовсе прекратилось.

Проведем анализ состояния отрасли и эффективности использования топливно-энергетических ресурсов на примере сахарных заводов Пензенской области. В 2009 – 2017 гг были разработаны проекты и выполнена модернизации производства трех сахарных предприятий Поволжья – Бековского, Каменского и Заметчинского[3]сахарных комбинатов. Область не является лидером в сахарной промышленности России, но особенности функционирования, тенденции развития и условия рынка оказываются типичными для других регионов России.

Основные технико-экономические показатели производственной деятельности предприятий в 2017 г. представлены в таблице 4.

Таблица 4. Основные показатели производственной деятельности

№	Наименование	Единица измерения	Сахарный комбинат		
			Бековский	Каменский	Балашовский
1.	Валовый доход всего	тыс. руб.	2 437 569	2 446 160	514416
2.	Объем производства продукции	т	117215	122 003	48950
3.	Валовый доход сахара	тыс. руб.	2 363 946	2 446 160	502042
4.	Объем производства сахара.	т	90921	122 003	33482
5.	Доход от производства дополнительной продукции	тыс. руб.	73623	0	12374
6.	Объем производства дополнительной продукции	т	27696	0	15468
7.	Потребление ТЭР, всего	тыс. т у.т.	32,945	41,091	20,201
8.	Потребление ТЭР по сахару	тыс. т у.т.	31,154	41,091	20,201
9.	Стоимость ТЭР по сахару	тыс. руб.	128 488	143 165	76891
10.	Потребление воды, всего	тыс. куб.м	1 124	1 240	658
	вт.ч. на производство сахара	тыс. куб.м	1 080	1 240	647

Анализ данных таблицы показывает, что все предприятия по экономическим показателям находятся на одинаковом уровне. Все предприятия имеют примерно одинаковые показатели по мощности и производительности труда. Проектная мощность комбинатов составляет 4000 т свеклы в сутки, а после реконструкции – возрастает до 8000 т свеклы в сутки.

После реконструкции на Бековском комбинате запущен технологический комплекс производства пеллет. Раньше значительные объемы отходов переработки свеклы – жома, продавались местным агропредприятиям на корм животным. Жом содержит до 80 % воды и требует значительных объемов моторного топлива на его перевозку. Сейчас предприятие работает по безотходной технологии и поставляет

пеллеты на внешний рынок, получая при этом дополнительный доход. Такое же производство налажено на Каменском комбинате.

Каменский иБалашовский комбинат вместе с сахаром продает патоку и мелассу. Эти компоненты позволяют увеличить объем финансовых поступлений и несколько повысить экономическую эффективность и снизить затраты энергоресурсов на основной продукт – сахар. Основные показатели использования энергоресурсов представлены в таблице 5.

Таблица 5. Основные показатели производственной деятельности

№	Наименование	Единица измерения	Сахарный комбинат		
			Беков-ский	Камен-ский	Балашов-ский
1.	Энергоэффективность производства продукции	т.у.т. /тыс. руб.	0,0135	0,0168	0,0392
2.	Энергоэффективность производства сахара	т.у.т. /тыс. руб.	0,0132	0,0168	0,0386
3.	Доля платы за ТЭР в стоимости продукции	%	5,27	5,8	15
4.	Удельный расход моторного топлива в сырье	л./т	4,4	4,67	4,82
5.	Доля оплаты за ТЭР в сырье	%	22	18	26
6.	Транспортировка сырья	л./т	8	6,4	7,2
7.	Всего доля ТЭР т.у.т от массы сырья	%	4,5	4,8	5,3

Комплексным показателем, позволяющим оценить уровень эффективного использования ТЭР, является доля условного топлива в массе переработанного сырья. Для всех трех комбинатов этот показатель равен 4,5 – 5 %. Для аналогичных производств в странах Евросоюза этот показатель равен 3 – 3,5 %[4]. Наше производство сахара по энергоэффективности уступает европейскому уровню в 1,5 раза.

Важнейшим фактором, влияющим на себестоимость продукции, является закупочная цена на сырье[4]. В структуре цены сельхозпроизводителей на сахарную свеклу доля оплаты за ТЭР доходит до 40 %, и основная из них – моторное топливо. Выращивание сахарной свеклы по сравнению с зерновыми и техническими культурами требует моторного топлива в 2-2,5 раза больше. Это обусловлено технологией выращивания и уборки сахарной свеклы. Для поставщиков сырья на выращивание 1 т свеклы требуется 4 – 5 л топлива.

Второй важнейший аспект – транспортировка сырья на склад комбината. Эта операция выполняется грузовыми автомобилями с прицепами. Перевозки сырья экономически выгодны, если склады поставщиков удалены от комбинатов на расстояние не более 40 км. В нашем случае на прилегающих к комбинату территориях вырастить

сахарную свеклу в достаточных объемах не получается, поэтому поставщики вынуждены возить сырье на расстояние до 80 и даже 100 км. Это также требует значительного объема моторного топлива. Для поставщиков сырья расход топлива на транспортировку доходит до 8 л на тонну, т.е. превышает расход на ее выращивание.

В таблице 6 приведен детальный анализ расходования различных видов энергоресурсов на примере трех комбинатов.

Особенность производства сахара в условиях России – цикличность. Комбинаты работают 4-5 месяцев в году, когда начинается уборка сахарной свеклы. Остальное время комбинат простаивает, выполняется ремонт и замену оборудования, строительные работы. В это время комбинаты покупают электроэнергию в районных энергетических компаниях. Но этот объем электрической энергии никак не связан с производственными показателями – это расход на собственные нужды предприятий.

Производство сахара – одно из самых энергоемких в пищевой промышленности. Технологическое оборудование потребляет огромное количество тепловой энергии в виде пара. Производство является высокомеханизированным и требует значительные объемы электрической энергии на электропривод оборудования. Для обеспечения нужд основного производства все комбинаты имеют собственные электростанции.

Третий вид энергоресурсов – моторное топливо. Тракторы, погрузчики, автотранспорт и локомотивы включены в технологический цикл подачи сырья и отгрузки готовой продукции. Часть операций по складированию и перемещению свеклы выполняется с помощью электропривода, а часть остается на плечах машинно-транспортного комплекса.

Первичным топливом для электростанций в настоящее время является природный газ. Раньше котельные вырабатывали пар для электростанций и производства и работали на угле. В настоящее время резервным топливом для них является мазут. В 4 и 5 строке показаны объемы выработки и потребления тепловой и электрической энергии, которые учтены в строке 2 – природный газ.

В строке 10 представлен комплексный показатель - энергоемкость производства. Для применяемого оборудования он равен 0,38 т.у.т. на тонну сахара. Для сахарных заводов Германии и Франции этот показатель 0,15 – 0,17. Уровень технологии рассматриваемых комбинатов по энергоэффективности проигрывает европейскому в 2 раза. Следовательно – у нас есть резерв и необходимо найти пути его реализации [5].

Таблица 6. Потребление энергоресурсов

№	Наименование	Единица измерения	Сахарный комбинат		
			Беков-ский	Камен-ский	Балашов-ский
1.	Электрическая энергия	Тыс кВт-ч	2448	1897	892
2.	Природный газ	Тыс куб м	28046	33886	16012
3.	Моторное топливо	тыс. л	443	304,2	491
4.	Твердое топливо	т	1516	1814	1060
5.	Тепловая энергия технологическая	Гкал	186725	226390	92358
6.	Электроэнергия технологическая	Тыс кВт-ч	18778	20789	11279
7.	Потребление энергетических ресурсов, всего	Т.у.т.	34805	41449	20250
8.	Объем производства продукции	т.	117215	122003	48950
9.	Объем производства сахара	т.	90921	122003	33482
10.	Энергоемкость производства продукции	т.у.т./ т	0,2969	0,3397	0,4137
11.	Энергоемкость производства сахара	т.у.т./ т	0,3828	0,3397	0,6048
12.	Удельный расход тепловой энергии	Гкал/ т	1,5930	1,8556	1,8868
13.	Удельный расход электрической энергии	кВт-ч/ т	160,20	170,39	230,419
14.	Удельный расход моторного топлива	л. / т	3,779	2,493	10,031
15.	Удельный расход твердого топлива	Кг / т	12,9	14,9	21,7
16.	Удельный расход моторного топлива в сырье	л./т	4,4	4,67	4,82
17.	Урожайность	Т/га	42	45	36
18.	Себестоимость сырья	Тыс.руб за т	1608	1672	1840
19.	Сахаристость	%	14	14	16
20.	Срок хранения на складах	мес	2,5	2	3

Основными причинами высоких затрат энергоресурсов и низких экономических показателей комбинатов Поволжского региона и сахарной отрасли России в целом являются:

1. Устаревшее оборудование и технологии.
2. Высокая стоимость сырья в конечном продукте.
3. Низкое качество сырья, низкое содержание сахара.
4. Колебания цен на мировых сахарных рынках,
5. Длительное время хранения сырья.
6. Изменения режимов работы и сбои в технологическом ритме.

При производстве сахара расходуется электроэнергии 25-30 кВт ч на 1 т перерабатываемой свеклы. Энергопотребление в виде условного топлива на т сахарной свеклы на зарубежных сахарных заводах в 1,5-2,0 раза ниже. Поэтому для достижения конкурентоспособности отечественной сахарной промышленности необходимы конкретные мероприятия по снижению удельного расхода энергоносителей при выработке сахара из свеклы.

В рамках комплекса работ по энергоаудиту были разработаны мероприятия по экономии энергоресурсов и повышению энергетической эффективности производства сахара для всех трех комбинатов. Часть мероприятий уже реализована, часть планируется к внедрению. От некоторых мероприятий комбинаты были вынуждены отказаться. В первую очередь это связано с объемами финансирования и сроками окупаемости.

Стратегическим направлением развития сахарной отрасли, позволяющим достигнуть зарубежного уровня является увеличение мощности переработки свеклы до 10 – 12 тыс тонн в сутки. По данным немецких изданий заводы меньшей производительности не обеспечивают экономические показатели. С этой целью предложено оснастить наши сахарные комбинаты комплектом оборудования французской фирмы «FivesCail». Фирма предлагает ряд экстракционных установок мощностью до 14 тыс тонн свеклы в сутки. Комплект оборудования включает :

- противоточный смеситель для стружки Cail&FletcherEcoMixer,
- диффузионный аппарат Cail&FletcherTowerMax-tower

Новая система извлечения свеклы Fives производит высокочистый, низкотемпературный сырой сок и целлюлозу с высоким содержанием сухого вещества, подходящую для прессования. Диффузионный аппарат Cail&FletcherTowerMax экстрагирует сок из нарезанной стружки осмосом. Комплекс Cail&FletcherEcoMixer также подходит для приготовления стружки перед диффузором RT[6]. Длина стружки, полученной из 100 г сырья не менее 60 м.

Аналогичные характеристики оборудования предлагает европейская фирма «WESTTEX GROUP». Эти передовые технологии «SUSEP» и «MOSEP» обладают малым энергопотреблением и высокой производительностью. Суточный выход сахара песка больше чем у существующих сахарных заводов. Технологии имеют меньше потери в мелассе. Остаток сахара в мелассе (патоке) не больше 12-15%.

Наибольшим спросом на мировом рынке пользуется импортное оборудование, производимое во Франции (FivesCail), Германии (BMA, Putsch), Италии (Babbini). Стоимость оборудования достаточно высока и во многих случаях сахарные комбинаты России не имеют достаточного финансирования и вынуждены отказаться от комплексных решений. В лучшем случае удастся закупить лишь часть оборудования полного технологического цикла.

В соответствии с отраслевой программой «Развитие свеклосахарного подкомплекса России на 2013-2015 годы» предусмотрено к 2015 году снижение расхода условного топлива при переработке сахарной свеклы и обеспечение общего расхода условного топлива на предприятиях сахарной промышленности России до уровня 4,4 % к массе перерабатываемой

свеклы [5]. Все три комбината эту задачу выполнили и вышли на запланированные цифры.

За последние три года за счет модернизаций основного технологического и теплообменного оборудования расход условного топлива на переработку сахарной свеклы на российских сахарных заводах снизился с 5,09 % до 4,7 %, общие потери сахарозы в производстве с 2,74 % до 2,59 % к массе переработанной свеклы. Потери сахара на комбинатах оцениваются величиной 2,65 %, что дает значительный потенциал экономии в дальнейшем [4].

Основным направлением повышения конкурентоспособности производства свеклы и сахара является снижение расхода энергетических ресурсов, потерь сахарозы и соблюдение действующих требований природоохранного законодательства.

Перспективы развития отрасли зависят от большого числа факторов. Государство должно выработать четкую позицию и последовательно ее отстаивать как на внешнем, так и на внутреннем рынке сахара.

Вступление России во Всемирную торговую организацию (ВТО) привело к изменению действующей в последние годы системы господдержки агропромышленного комплекса страны, росту затрат и снижению рентабельности сахарной свеклы [2]. Полностью компенсировать эти затраты ростом эффективности производства сахарной свеклы и сахара в среднесрочной перспективе невозможно. Производство сахарной свеклы для сельскохозяйственных товаропроизводителей может стать непривлекательным, что приведет к снижению посевных площадей и падению производства отечественного свекловичного сахара.

Изменение государственной политики на внешних рынках также несет скрытые угрозы. Снятие торговых барьеров по требованию стран участниц ВТО откроет возможности импорта сахара. Поток дешевого тростникового сахара из Индии и Пакистана может поставить сахарную отрасль России на грань выживания. Наша продукция окажется неконкурентоспособной.

Единственный путь – сохранение продуктовой безопасности и выдача государством квот на поставку сахара. Неуверенность в сохранении капиталов отпугивает инвесторов, долгосрочные инвестиции связаны с неоправданными рисками. А без инвестиций поднять технологический уровень сахарной промышленности в нашей стране невозможно.

Эти же проблемы актуальны и для европейских производителей сахара. Рассматривая отдаленные перспективы сахарной отрасли как в России так и в странах Евросоюза можно с уверенностью утверждать, что главные риски связаны не с техническими или технологическими проблемами, а с геополитическими. Все страны – участницы ВТО обязаны открыть границы для свободного перемещения товаров, в том числе и на рынке сахара.

Производство тростникового сахара сосредоточено в странах с благоприятным климатом. В силу ряда объективных причин тростниковый сахар имеет себестоимость в 3 раза меньше чем сахар, произведенный в Европе из сахарной свеклы. Следовательно, и его цена на торговых площадках также будет меньше.

Для завоевания новых рынков крупные производители могут выбросить на рынок огромные объемы товаров по демпинговым ценам. Такая ситуация поставит национальную сахарную отрасль на грань банкротства. Подобный пример - вступление Украины в ВТО фактически угробило высокоразвитую сахарную отрасль страны.

Для обеспечения стабильности внутреннего рынка в западных странах с 70-х годов прошлого века сформирована система защиты товаропроизводителей, которая называется «сахарный режим». На государственном уровне разработаны и применяются четыре основных инструмента регулирования:

- плавающие ввозные пошлины на сахар,
- регулирование цены на сахар на внутреннем рынке,
- регулирование цены на сахарную свеклу,
- компенсация производителям при падении цены на него.

Правительства стран ЕС проводят выраженную протекционистскую политику по защите национальных сахаропроизводителей. Заводы Франции, Германии, Турции, Польши, Дании производят значительное количество сахара в мире. Государственная аграрная политика этих стран направлена на достижение самообеспеченности сахаром. Поскольку мировые рынки традиционно отличаются неустойчивостью, страны Евросоюза стремятся отказаться от импортных поставок и защитить экономику от прыгающих цен мирового рынка. В России такая система пока еще не отлажена.

Библиографические ссылки

1. Официальный сайт «Экспертно-аналитический центр агробизнеса» [Электронный ресурс] // — Электрон.текстовые дан. — Режим доступа: <https://www.ab-centre.ru>
2. Шхазатов А. З. «Проблемы эффективного использования потенциала свеклосахарного подкомплекса» // Молодой ученый. — 2012. — № 4. с. 197-199.
3. Golobokov S, Brostilova T, Trifonov G, Sachkov A. Finding ways to reduce the consumption of fuel and energy resources in sugar production. //Proceedings of the II International Conference «Sustainable and Efficient Use of Energy, Water and Natural Resources»/ Sewan-2019 Irkutsk, September 16–20, p 28.
4. Шарипов А. К. Опыт возрождения свеклосахарного производства в Казахстане и России [Текст] // Актуальные вопросы экономических наук: Материалы IIМеждунар. науч. конф. (г. Уфа, апрель 2013 г.). — Уфа: 2013. — С. 36-40.
5. Аникеев А.Ю. «Разработка энерго-экономичного высокотемпературного режима сгущения термоустойчивых соков свеклосахарного производства» Дисс. ... канд. техн. наук. Краснодар: Кубанский госуниверситет, 2008. -168 с.

6. Сайт фирмы «FiveCalls» [Электронный ресурс]// -Электрон. Текст.дан. — Режим доступа: <https://sugar-bio-energy.fivesgroup.com>

Голобоков Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент
кафедры «Электроэнергетика и электротехника»,
ФГБОУВО «Пензенский государственный университет».
Россия, 440026, г. Пенза, ул. Красная, 40. Тел.: 8937-401-92-59
E-mail: golobokov_sv@mail.ru

Медведева Светлана Николаевна, кандидат технических наук, доцент
кафедры «Электроэнергетика и электротехника»,
ФГБОУВО «Пензенский государственный университет».
Россия, 440026, г. Пенза, ул. Красная, 40. Тел.: (841-2) 368251.

Тихомирова Анна Алексеевна, магистрант кафедры
«Электроэнергетика и электротехника», ФГБОУВО «Пензенский
государственный университет». Россия, 440026, г. Пенза, ул. Красная, 40.
Тел.: (841-2) 368251.

Чукарева Мария Михайловна, инженер кафедры «Электроэнергетика и
электротехника», ФГБОУВО «Пензенский государственный
университет».
Россия, 440026, г. Пенза, ул. Красная, 40. Тел.: 8927-415-03-91
E-mail: marisavochkina@mail.ru.

INFLUENCE OF THE ENERGYSAVING ON ECONOMIC RESULTS OF SUGAR PLANT

Golobokov Sergey Vladimirovich, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor of the Department "Power Engineering and
Electrical Engineering", Penza State University. Russia, 440026, Penza, Redst.,
40. Phone: 8937-401-92-59. E-mail: golobokov_sv@mail.ru

Medvedeva Svetlana Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department "Power Engineering and Electrical
Engineering", Penza State University. Russia, 440026, Penza, Redst., 40.
Phone: (841-2) 368251

Tichomirova Anna Alekseevna, undergraduate of the Department "Power
Engineering and Electrical Engineering", Penza State University. Russia,
440026, Penza, Redst., 40. Phone: (841-2) 368251

Chukareva Mariya Michaylovna, engineer of the Department "Power Engineering and Electrical Engineering", Penza State University. Russia, 440026, Penza, Redst., 40. Phone: 8927-415-03-91. E-mail: marisavochkina@mail.ru.

The article provides an analysis of the economic performance of the sugar mills in the Penza region and the impact of energy savings on the cost of production.

Key words: energy savings, sugar production, cost.