

влажностью 19,6 %, объёмной массой 605 г/л, при зоре между вальцами 1,0 мм, показали что, испытываемая машина обеспечивает производительность 10,0 т/ч, что соответствует требованиям ТЗ, при потребляемой мощности 20,0 кВт. Толщина плóщеного зерна при этом составила 1,14 мм, удельные затраты электроэнергии – 2,0 кВт·ч/т. При плóщении зерна кукурузы влажностью 37,3 %, объёмной массой 482 г/л плóщилкой с универсальными вальцами при зоре между вальцами 1,0 мм, толщина плóщеного зерна равнялась 1,5 мм (по ТЗ не более 2,5 мм), производительность составила 11,1 т/ч (по ТЗ не менее 10,0 т/ч) при потребляемой мощности 17 кВт. При этом удельный расход электроэнергии равен 1,53 кВт·ч/т. При плóщении зерна кукурузы влажностью 37,3 %, объёмной массой 483 г/л, при зоре между вальцами 1,5 мм, плóщилка со специальными вальцами показала практически вдвое большую производительность, равную 20,0 т/ч, по сравнению с плóщилкой с универсальными вальцами. При этом толщина плóщеного зерна равна 1,6 мм, потребляемая мощность – 19,0 кВт, удельные затраты электроэнергии – 0,95 кВт·ч/т.

Результаты испытаний плóщилки влажного зерна ПВЗ-10 показали, что она обеспечивает качественное плóщение зерна, при обеспечении высокой производительности, по сравнению с зарубежными аналогами со схожей технической характеристикой. Для наиболее полного использования потенциала машины необходимо использовать специальные вальцы для плóщения зерна колосовых и кукурузы. Использование специальных валцов позволяет добиться более высокой производительности, равной 10 т/ч и 20 т/ч соответственно при плóщении зерновых и кукурузы, по сравнению с универсальными вальцами, для которых производительность составила 7,8 т/ч и 11,1 т/ч соответственно для зерновых и кукурузы. При этом энергоёмкость равнялась соответственно 2, 0,95, 2,56 и 1,53 кВт·ч/т. По результатам испытаний плóщилка влажного зерна ПВЗ-10 рекомендована Белорусской МИС к постановке на производство. В настоящее время объём выпуска плóщилок ПВЗ-10 предприятиями Республики Беларусь превысил 600 единиц [4].

Литература

1. Нагорский, И.С. Энергосберегающий способ заготовки фуражного зерна / И.С. Нагорский, А.Д. Селезнев, Н.А. Воробьёв // Агропанорама. – 2006. – №1. – С. 4–6.
2. Шило, И.Н. Современные технические средства для плóщения зерна / И.Н. Шило, Н.А. Воробьёв // Агропанорама. – 2007. – №4. – С. 4–7.
3. Отраслевой регламент. Заготовка плóщеного зерна повышенной влажности. Типовые технологические процессы: ББК 42.2–2004. – Введ. 20.08.04. – Минск: Институт аграрной экономики НАН Беларуси, 2007. – 16 с.
4. Савиных, В.Н. Результаты испытаний плóщилки влажного зерна ПВЗ-10 / В.Н. Савиных, Д.И. Романчук, Н.А. Воробьёв // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межведомственный тематический сборник РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – 2008. – Вып. 42. – С.210-214.

УДК 631.17:635:21

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИОТОПЛИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ – НАУЧНЫЙ БАЗИС ЭКОНОМИИ ТЭР

Колос В.А., к.т.н., ГНУ ВИМ Россельхозакадемии, Москва, Российская Федерация,
Ловкис В.Б., к.т.н., БГАТУ, Минск, Республика Беларусь

Производство одного и того же биотоплива может осуществляться по нескольким технологиям с различными финансовыми и энергетическими затратами. Задача состоит в выборе такой технологии и средств ее механизации, которые в условиях данного региона (района) обеспечат максимальный эффект за счет использования собственной биомассы и технологических материалов, а также адаптации имеющегося оборудования и сооружений.

Эффективность биоэнергетических технологий должна оцениваться методами экономического, энергетического, экологического и социального анализа, однако на практике приоритет отдается экономическим оценкам, так как существует мнение, что поэлементное сравнение приведенных затрат (руб./т или долл./т), включающих в себя все производственные ресурсы, достаточно полно характеризует эффективность технологий, и проведение энергетического анализа нецелесообразно.

С этим нельзя согласиться, поскольку стоимостные показатели, в отличие от физических единиц энергии, не являются константами из-за колебания цен на рынке ресурсов, инфляции и финансово-экономических кризисов. Технологии и производственные комплексы, создаваемые с целью получения

высокого экономического эффекта, спустя какое-то время в силу тех или иных причин могут оказаться затратными. Совсем недавно это проявилось в альтернативной энергетике на Западе, развитие которой поддерживалось не только экономическими, но и политическими стимулами. В результате кризиса она оказалась под двойным ударом: финансовые проблемы банков усложнили получение новых инвестиций, а падение цен на нефть более чем в 2 раза (и, соответственно, на нефтепродукты) снизило экономическую выгоду биоэнергетических проектов, в частности, производства биоэтанола в США.

Многие экономисты признают неадекватность стоимостных эквивалентов трудовых, энергетических и других ресурсов их фактическому потреблению при производстве продукции, но к энергетическому анализу относятся скептически, считая, что энергетические эквиваленты ресурсов, в том числе, трудовых, устарели. Чтобы их «обновить», необходимы весьма трудоемкие вычисления, для которых в настоящее время нет соответствующей статистики и доступа на предприятия-изготовители с целью ее получения. Кроме того, часть ресурсов для сельскохозяйственного производства приобретает за рубежом, поэтому учет их энергоемкости в технологии теряет смысл.

По этому поводу можно сказать, что сложность научного обоснования – это не препятствие, а наоборот, движущая сила исследований, которые в данном направлении вполне выполнимы силами Центра развития биоэнергетики при ВИМ Россельхозакадемии в содружестве с научными организациями Беларуси. Для этого имеются соответствующие методические разработки и большой практический опыт. В частности, доказательством результативности подобных исследований является работа, выполненная в металлургической промышленности. Энергоэквиваленты ТЭР уточнены в с использованием инвентаризационных данных процессов производства конструкционных материалов.

Что касается энергоэквивалентов живого труда, то анализ работ показывает несовершенство методик их определения по категориям работников на основе финансово-экономических предпосылок, которые приводят к искажению топливно-энергетических балансов отраслей, энергоемкости и энергоэффективности технологий. На наш взгляд, до обоснования энергоэквивалентов живого труда с помощью методов энергетического анализа, его затраты достаточно учитывать при экономической оценке технологий.

В отношении ресурсов, закупаемых по импорту, следует отметить, что их энергоэквиваленты правомерно принимать такими же, как отечественных аналогов. Разница в энергоемкости технологий с применением тех и других проявляется в сфере эксплуатации, и, например, для тракторов может быть рассчитана по методике, исходя из годовой загрузки, срока службы, расхода ресурсов на техобслуживание, ремонты и т.п.

Говоря об актуальности и практической значимости энергетического анализа биотехнологий, нужно учитывать, что он, являясь межотраслевым, в отличие от других методов, рассматривает полный жизненный цикл производственных ресурсов (от добычи исходного сырья для его производства до утилизации после использования), которые охватываются в биотопливе как конечной продукции.

В этой связи против целесообразности энергетического анализа приводят еще один довод: для производителя важна не полная энергоемкость продукции, учитывающая затраты ресурсов за пределами агросистемы, учитывающая затраты ресурсов за пределами агросистемы, а прямые их расходы на технологию, в том числе ТЭР (по видам).

Действительно, на этих показателях базируются и энергетические, и экономические оценки, причем последние хотя и носят временный характер, являются первостепенными при сравнении стоимости создания и рентабельности функционирования практической любых проектов. Но когда вопрос касается производства биотоплива, то большое значение приобретает энергоемкость, характеризующая их энергетическую «цену», а также другой важнейший показатель технологии – соотношение полезной и затраченной энергии. В литературе она имеет несколько названий: коэффициент энергетической (биоэнергетической) эффективности технологии, технологическое топливное число (ТТЧ), энергетический (биоэнергетический) КПД, энергетический баланс «output/input», ЧЭВ (чистый энергетический выигрыш), EROEI (Energy Returned on Energy Invested).

Для того, чтобы определить его значения применительно к ТЭР, нужно соотнести значения их энергосодержания и энергоемкости, приведенные в. В результате, энергетический КПД производства, например, традиционных нефтяных топлив оказывается равным 4,2. Поэтому при переходе на жидкие биотоплива для сохранения статус-кво в энергетике необходимо, чтобы для них этот показатель был не меньше. Однако по данным различных исследований, в настоящее время для биодизеля, биоэтанола, биобутанола, биометанола он составляет от 0,7 до 3,2, и только у биоэтанола из сахарного тростника – около 8,0.

Энергоэффективность различных вариантов технологии производства биотоплива можно сравнить с помощью комплексного критерия (индекса), выражаемого в процентах:

$$I_{R_A} = 100 \frac{R_A - R_B}{R_B} \Rightarrow \max,$$

где R_A и R_B - ЧЭВ производства биотоплива по альтернативным технологическим вариантам (вариант B принят за базовый).

После преобразований индекс энергоэффективности представим в следующем виде:

$$I_R = 100 \left(\frac{1}{K_3 K_e} - 1 \right) \Rightarrow \max,$$

где $K_{\mathcal{E}_A} = \frac{\mathcal{E}_A}{\mathcal{E}_B}$ и $K_{e_A} = \frac{e_B}{e_A}$ - коэффициенты соответственно полной энергоемкости производства и энергосодержания биотоплива, производимого по варианту A .

Для дифференцированной оценки энергоэффективности производства биотоплива необходимы также следующие показатели:

- коэффициент прямой энергоемкости варианта A :

$$K_{\mathcal{E}A} = \frac{\mathcal{E}_{\text{п}A}}{\mathcal{E}_{\text{т}B}};$$

- экономия полных энергетических затрат (МДж):

$$\Delta E_A = B(\mathcal{E}_B - \mathcal{E}_A) \quad (B - \text{объем производства, т});$$

- экономия прямых энергетических затрат (МДж):

$$\Delta E_{\text{п}A} = (\mathcal{E}_{\text{т}B} - \mathcal{E}_{\text{п}A})B;$$

- экономия ТЭР j -го вида, в том числе невозобновляемых, физ. ед.:

$$\Delta G_j = G_{jB} - G_{jA}.$$

Нужно сказать, что в экономически развитых странах всегда уделялось внимание энергоэффективности сельхозпродукции, а тем более – биотоплив из нее или из отходов производства и переработки. В США, например, действует сеть лабораторий по изучению энергетической эффективности и возобновляемой энергии (EREN – The Energy Efficiency and Renewable Energy Network). В последнее время эти проблемы начали решать и в России. Создано российско-германское энергетическое агентство Rudea, главная цель которого – увеличение эффективности использования энергии в строительстве, промышленности, при выработке и передаче электроэнергии, применении ВИЭ. Минэнерго России произвело подсчеты и пришло к выводу, что к 2020 году этот показатель можно увеличить вдвое, обеспечив экономию до 40% энергоносителей, которые можно будет продавать в Западную Европу.

Развитие биоэнергетики требует объективной оценки эффективности производства и использования биотоплив, вне зависимости от цен на ресурсы, инфляционных процессов и т.п. Эта задача «по силам» энергетическому анализу, расширяющему возможности поиска наиболее экономичных вариантов биотопливных технологий, в том числе с применением местного энергетического сырья, снижения или полного исключения из технологий традиционных невозобновляемых ТЭР. Его частные методики обеспечат моделирование поэтапного превращения биомассы в конечный продукт – биотопливо с максимальным энергосодержанием и минимальной энергоемкостью. В конечном счете, из нескольких экономически состоятельных проектов получения биотоплива для практической реализации будет рекомендован тот, у которого выше индекс энергоэффективности.

Следует отметить, что без энергетического анализа невозможно решать проблемы энергообеспечения, энергопотребления и энергосбережения в условиях дефицита и высокой стоимости традиционных ТЭР. Кроме производства биотоплив, необходимо оценить энергоэффективность замещения ими нефтяных и газовых топлив в энергогенерирующих устройствах тракторов, транспортных средств, сушильных установок, паровых и водогрейных котлов, печей и т.д. Важным является также определение количества биотоплив соответствующего физико-химического состава, которые понадобятся для сельскохозяйственных технологий, чтобы обеспечить существенную экономию невозобновляемых ТЭР и снижение вредных выбросов в атмосферу до пределов, оговоренных Киотским соглашением.