

ВОПРОСЫ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

И.Ф. КУДРЯВЦЕВ, д.т.н. (БГАТУ)

Одним из основных недостатков современного сельскохозяйственного производства республики является во многих случаях использование дорогостоящей устаревшей и несовершенной энергоемкой технологии получения сельскохозяйственной продукции растениеводства и животноводства, обуславливающей высокую себестоимость и низкую конкурентоспособность. Совокупные удельные затраты энергоресурсов с учетом расхода на удобрения и техническое обеспечение получения сельскохозяйственной продукции превышают в 3-4 раза уровень затрат в США и в 1,5 - 2 раза уровень других развитых стран.

В "Республиканской программе по энергосбережению на период до 2020 года", утвержденной Постановлением КМ № 391 от 13.06.1996 г., и в Государственной научно-технической программе "Энергосбережение", утвержденной Постановлением Совета Министров РБ от 17.01.1997 г., отмечается, что энергоемкость ВВП, производимого в нашем государстве, в 3 - 4 раза, а в отдельных случаях еще выше, чем в странах, входящих в организацию по экономическому сотрудничеству. Удельный вес энергоресурсов в стоимости продукции составляет до 60%.

Основной целью энергосберегающей политики АПК Республики Беларусь является снижение энергоемкости сельскохозяйственной продукции с выходом Республики Беларусь к 2010 г. на уровень государств Европейского союза. Суммарное потребление электроэнергии в настоящее время составляет

около 4 млрд. кВт.ч. По сравнению с 1997г. оно практически не изменилось, это наводит на мысль, что, несмотря на известные постановления, мало что делается для совершенствования технологии и уменьшения энергоемкости и снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции.

На технологические цели в сельском хозяйстве республики ежегодно расходуется около 3 млрд. кВт.ч электроэнергии. При этом на долю растениеводства и кормопроизводства приходится около 20%, животноводства 66%, птицеводства - 14 %.

Для выполнения программ по энергосбережению и выводу Республики Беларусь к 2010 г. по энергоемкости на уровень развитых стран мы считаем, что надо в первую очередь внедрять новые энергосберегающие, более совершенные, менее дорогие технологии. В этом случае весьма полезен опыт тех же самых развитых стран, которые мы собираемся догонять. То, что наши технологии получения животноводческой продукции являются самыми дорогими и энергоемкими, давно известно. С переводом содержания животных на глубокую подстилку с уборкой навоза 1 - 2 раза в год, что, кстати, практикуется на Западе, можно освободиться от дорогостоящих, ненадежных, энергоемких навозоуборочных транспортеров, с очень низким КПД, включаемых 3 - 4 раза в сутки. Другим существенным недостатком в технологии содержания животных является создание микроклимата в животноводческих помещениях путем использования электрокалориферов, мощностью около 100 кВт и более на помещения, которые

находятся во включенном состоянии в зимнее время большую часть суток, расходуя большое количество самой дорогой энергии - электрической. Хотя требуемое тепло можно получить использованием водяного отопления от котельных, если они находятся в зоне животноводческого сектора, или от индивидуальных котлов на местных видах топлива. Индивидуальные котельные на местных видах топлива широко используются в частных домах в поселках и сельской местности, где отсутствует централизованное теплоснабжение. Самым энергоемким потребителем в сельском хозяйстве являются энергоприводные машины и механизмы. Они потребляют около 70% всей электроэнергии.

Важным мероприятием по снижению энергоемкости производимой продукции является снижение энергоемкости электроприводных машин и механизмов. Эксплуатируемые в животноводстве машины, особенно кормоприготовительные, несовершенны, громоздки и энергоемки, по сравнению с зарубежными образцами. Подавляющее большинство из них выработали свой ресурс. Как правило, в паспортах машин не указывается их энергоемкость, которая наряду со стоимостью и надежностью является определяющим показателем экономичности машины, ее качества и совершенства. Паспортная (номинальная) энергоемкость машины a_n в кВт.ч/т может быть определена по ее паспортным данным

$$a_n = \frac{P_n}{\eta_n Q_n},$$

где P_n , η_n - номинальная мощность в кВт и КПД электродвигателя;

Q_n - номинальная производительность машины, т/ч.

Для уменьшения энергоемкости и себестоимости сельскохозяйственной продукции необходимо полностью заменить устаревший парк энергоемких и металлоемких машин на новые и усовершенствованные образцы улучшенных конструкций со значительно уменьшенной энергоемкостью и стоимостью, не уступающие зарубежным образцам.

Фактическая энергоемкость машин резко возрастает при недогрузке, особенно у машин, имеющих значительную мощность холостого хода, так как относительная составляющая мощности холостого хода возрастает при недогрузках и в связи с этим уменьшается общий КПД машин.

Проводимые до сих пор исследования выявили, что электродвигатели и соответственно машины в большинстве случаев загружены на 60 - 70 %, а в некоторых случаях на 50 % и менее. Наши исследования показали, что дробилки кормов при половинной загрузке по производительности (по току электродвигателя около 70%) увеличивают свою энергоемкость в 1,5 раза, перерасходуя около 50% электроэнергии на единицу перерабатываемой продукции.

Самым эффективным способом предотвращения перерасхода электроэнергии в электроприводных машинах является разработка и внедрение недорогих, надежных автоматизированных загрузочных устройств, которые обеспечивали бы оптимальную загрузку машин. Автоматизированные загрузочные устройства (задвижки, заслонки, шнековые транспортеры и др.), регулирующие подачу перерабатываемого продукта в машины, могут быть разработаны на базе использования регулируемых исполнительных механизмов и электроприводов, управляемых в функции потребляемого

электродвигателями машин тока.

В производственных условиях сельского хозяйства, как правило, загрузка машин производится обслуживающим персоналом вручную бесконтрольно. В большинстве случаев машины недогружаются и перерасходуют значительное количество электроэнергии.

Самым простым является контроль загрузки по току электродвигателя с последующим расчетом удельного перерасхода электроэнергии в случае недогрузок. С этой целью проведено математическое моделирование полученных графических зависимостей загрузки электродвигателей по подводимой мощности от загрузки по току. В результате получены формулы удельного перерасхода электроэнергии электроприводными машинами при недогрузках по току. Это дает возможность предотвратить удельный перерасход электроэнергии путем повышения ответственности обслуживающего персонала и принятия соответствующих мер для номинальной или близкой к номинальной загрузке машин.

Перерасход электроэнергии на единицу перерабатываемой продукции при недогрузке машины определяется по формуле:

$$\Delta a_i = \frac{P_n}{\eta_n Q_n} \left(\frac{I_i / I_n - a}{1 - a} \frac{1 - I_{xm} / I_n}{I_i / I_n - I_{xm} / I_n} - 1 \right) \quad (1)$$

и этот перерасход электроэнергии в процентах составит:

$$\Delta a_i \% = \left(\frac{I_i / I_n - a}{1 - a} \frac{1 - I_{xm} / I_n}{I_i / I_n - I_{xm} / I_n} - 1 \right) 100, \quad (2)$$

где P_n и η_n - номинальные значения мощности и КПД электродвигателя;

I_{xm} - ток электродвигателя при холостом ходе машины;

Q_n - номинальная производительность машины при номинальном токе электродвигателя;

I_i и I_n - ток нагрузки и номинальный ток электродвигателя;

a - постоянная величина, характеризующая отдельные группы электродвигателей и зависящая от того, как меняется их нагрузка по подводимой мощности от загрузки по току.

Значение Q_n дается в паспортных данных машины ориентировочно и не всегда соответствует номинальному току электродвигателя, так как производительность машины зависит от механических свойств каждого вида перерабатываемого продукта, размеров его частиц, влажности и твердости, обуславливающих загрузку машины по мощности и электродвигателя по току. Поэтому для каждого вида перерабатываемой продукции целесообразно хотя бы раз определить производительность машин Q_i при любом значении тока нагрузки I_i , используя значения которых можно определить номинальную производительность машины Q_n при номинальном токе нагрузки электродвигателя I_n .

$Q_i = m/t$,
где m - взвешенная масса продукта, переработанного за время t .

Номинальная производительность машины, соответствующая номинальному току электродвигателя при переработке данного вида продукции определяется по формуле

$$Q_n = \frac{Q_i (1 - I_{xm} / I_n)}{I_i / I_n - I_{xm} / I_n} \quad (3)$$

Производительность машины Q_i и потребляемую мощность электродвигателя по току I_i можно определить по формуле

$$Q_i = \frac{Q_n (I_i / I_n - I_{xm} / I_n)}{1 - I_{xm} / I_n},$$

$$P_{ni} = \frac{P_n}{\eta_n} \left(\frac{I_i / I_n - a}{1 - a} \right). \quad (4)$$

Перерасход денежных средств на единицу перерабатываемой продукции за счет недогрузки машины (руб/т) составит

$$C = \Delta a_i C_i; \quad C = \Delta C M \quad (5)$$

где C_i - отпускная стоимость на электроэнергию, руб/кВтч;

M - количество перерабатываемой продукции, т;

ΔC - стоимость перерасходованной электроэнергии при переработке M тонн продукции.

Значения коэффициента a для соответствующих групп асинхронных короткозамкнутых электродви-

Мощность электродвигателя, кВт	Величина a
Синхронная частота вращения $n_c = 3000$ об/мин	
3...15	0,13
18,5...90	0,07
110...160	0
Синхронная частота вращения $n_c = 1500$ об/мин	
3...4	0,27
5,5...11	0,22
15...90	0,07
110...160	0
Синхронная частота вращения $n_c = 1000$ об/мин	
3...7,5	0,415
11...18,5	0,17
22...55	0,115
75...160	0,09

гателей представлены в таблице 1.

Значения номинальных КПД и токов электродвигателей приведены в справочниках и паспортных данных электродвигателей.

В формуле 1 выражения

$P_n / (\eta_n \cdot Q_n)$ – номинальная энергоёмкость машины (кВт ч/т) при номинальной загрузке электродвигателя ($I_i = I_n$). Произведение номинальной энергоёмкости на первый член в скобках представляет собой повышенную энергоёмкость машины при недогрузке, когда $I_i < I_n$.

Важным энергоэкономическим показателем работы электроприводных машин является общий КПД, включающий КПД самой машины, передаточных механизмов и электродвигателя.

Общий КПД электроприводной машины при недогрузке $\eta_{он}$ и номинальной нагрузке η_{oi} можно определить по формулам:

$$\eta_{oi} = 1 - \frac{I_{xm} / I_n - a}{I_i / I_n - a},$$

$$\eta_{он} = 1 - \frac{I_{xm} / I_n - a}{1 - a},$$

где I_n, I_i, I_{xm} – номинальный ток электродвигателя, ток при недогрузках и холостом ходе машины.

Следовательно, с изменением тока загрузки электродвигателя машины, начиная от величины тока при холостом ходе машины $I_i / I_n = I_{xm} / I_n$ до номинального значения $I_i / I_n = 1$, общий КПД электроприводной машины изменяется от 0 до $\eta_{он}$ и наоборот. Поэтому для предотвращения бесполезного расхода электроэнергии и преждевременно-

го износа технологического и электрического оборудования необходимо не допустить или в случае необходимости ограничить холостые ходы машин. Для этого целесообразно предусматривать автоматическое или ручное отключение холостых ходов (л.ч.).

Особенностью предлагаемого метода расчета и контроля перерасхода электроэнергии в электроприводных машинах при недогрузках является то, что для его осуществления необходимы простейшие замеры тока электродвигателя и доступные расчеты в производственных условиях без дополнительных капитальных затрат.

Недопущение работ машин с недогрузкой позволит не только экономить электроэнергию, но повысить производительность труда, сократить время работы с предотвращением повышенного износа оборудования.

Изложенные методы снижения энергоёмкости производимой продукции в сельском хозяйстве применимы также к продукции, товарам, материалам, машинам, производимым в промышленности и в других отраслях народного хозяйства. Их внедрение позволило бы значительно снизить энергоёмкость всех видов национальной продукции с уменьшением себестоимости и повышением конкурентоспособности.

Для уменьшения энергоёмкости, а следовательно и себестоимости национального продукта необходимо принять следующие безотлагательные меры.

1. Поручить машиностроитель-

ным заводам разрабатывать и изготавливать более современные и менее энергоёмкие машины, укомплектованные автоматизированными грузочными устройствами, в первую очередь машины значительной мощности.

2. На предприятиях при эксплуатации электроприводных машин с ручной загрузкой необходимо организовать эффективный контроль за загрузкой машин по току загрузки электродвигателя с просчетом количества перерасходуемой электроэнергии в случае недогрузок машин.

Литература

1. Минько Ф.Ф. О роли энергетики в развитии агропромышленного комплекса Республики Беларусь. Аграрная энергетика в XXI веке. Материалы международной научно-технической конференции (Минск, 25-26 сентября 2001 г.)

2. Кудрявцев И.Ф. Контроль и предотвращение недогрузки и перерасхода электроэнергии в электроприводных машинах. Аграрная энергетика в XXI веке. Материалы международной научно-технической конференции (Минск, 25-26 сентября 2001 г.), - Минск УП "Технопринт", 2001 г.

3. Кудрявцев И.Ф., Кудрявцев В.И. Контроль и предотвращение перерасхода электроэнергии в электроприводных машинах с использованием тока загрузки электродвигателя. Вопросы агроэнергетики, научные труды БГАТУ, - Минск УП "Технопринт", 2001 г.

4. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Белорусский государственный аграрный технический университет. Кафедра электрооборудования сельскохозяйственных предприятий. Кудрявцев И.Ф., Кудрявцев В.И. Инструкция по энергосбережению в электроприводных машинах, включающая теоретические основы контроля машин по току загрузки электродвигателей и расчет перерасхода электроэнергии при недогрузках. - Минск, 2000 г.