

6. Адамчук О. Теория разгона удобрений рассеивающим рабочим органом центробежного типа [Электронный ресурс] / О. Адамчук // Научни трудове на Русенския университет. – 2013. – Т. 52, серия 1. – С. 22–30. Режим доступа: <http://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp13/1.1/1.1-3.pdf>.
7. Прасолов С. Я. Вдосконалення агрегату для розкидання мінеральних добрив / С. Я. Прасолов, С. В. Педора, Я. А. Бочарова // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер.: Нові рішення в сучасних технологіях. - 2013. - № 38 (1011). - С. 26–33. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vcpinrct_2013_38_6.
8. Адамчук В. Математическая модель разбрасывания минеральных удобрений центробежным способом [Электронный ресурс] / В. Адамчук, В. Яременко, Н. Борис // Agricultural Engineering, Research Papers . Vol. 45 Issue 1, p6-14. 9p.. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: <http://ageng.asu.lt/ae/article/download/14/28>.

УДК 631.12:635.21

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЗЕРНОКОМПЛЕКСА

Колос В.А.¹, к.т.н., Сапьян Ю.Н.¹, Сулейманов М.И.¹, к.т.н.,

Кабакова Е.Н.¹, Ловкис В.Б.², к.т.н., доцент

¹ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ», г. Москва, Российская Федерация

²БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Обработка урожая зерновых, зернобобовых, крупяных и других культур с получением зерновой, семенной и фуражной продукции базисных кондиций может насчитывать 32 варианта технологии – от «короткой», включающей только предварительную очистку, до «полной» с долгосрочным хранением [1]. В этой связи при организации работы зернокомплекса возникает проблема формирования оптимальных с позиции энергосбережения вариантов конфигурации поточных линий с учетом набора культур, влажности и засоренности зерноурожа, состояния и технического уровня оборудования, назначения и качества продукции. Энергосберегающая оптимизация зернокомплекса, как средство повышения его энергоэффективности (ЭЭ) и реализации потенциала энергосбережения (ППЭС), в научно-методической литературе освещена недостаточно. В данной статье рассмотрены вопросы алгоритмизированного вычисления и анализа критериев оптимизации в реальных производственных условиях.

Входные данные алгоритма – производительность и операционные расходы ТЭР машин, объемы обрабатываемого сырья и конечной продукции поточных линий обследуемого и базового комплекса определяются после верификации и актуализации схем линий и операционных карт приемки, размещения, обработки и хранения зерна. При возможном несоответствии расходов ТЭР машин данным техпаспортов, использовании традиционных и биологических топлив (ТТ и БТ) проводят выборочные опытные инструментальные измерения в ходе технологических операций. Показатели остальных машин, эксплуатируемых с соблюдением режимов и качества продукции, а также машин базового комплекса определяют по данным приборного учета и техдокументации. Для сопоставимости показателей обследуемого и базового комплексов исходную массу, влажность и засоренность зерноматериала принимают одинаковыми, а объемы продукции пересчитывают в плановые тонны (пл. т).

Выходными данными (показателями ЭЭ) являются начальные и прогнозируемые расходы и экономия ТЭР, прямая энергоемкость продукции, энергозатраты и ППЭС ТК. Вычислительный алгоритм следующий:

При использовании в поточной линии сушилки на ТТ его расход на s -ю продукцию t -й культуры, кВт·ч/пл. т вычисляется по формуле:

$$g_{Ttst} = g_{Tstz} M_{stz} / M_{st}, \quad (1)$$

где g_{TTstz} – операционный расход ТТ z -й сушилкой, физ. ед./пл. т.; M_{stz} , M_{st} – масса продукции соответственно z -й сушилки и линии, пл. т.

Расход электроэнергии на s -ю продукцию t -й культуры, кВт·ч/пл. т:

$$g_{эст} = \left(\sum_z g_{эстz} M_{stz} \right) / M_{st}, \quad (2)$$

где $g_{эстz}$ – операционный расход z -й машиной, установкой, системой, входящей в линию, кВт·ч/пл. т.

Расход БТ при использовании сушилки на БТ вычисляется по формуле, аналогичной (1). Учитывается расход ТТ на внутрихозяйственную выработку и доставку БТ к сушилке, переходящий на продукцию, физ. ед./пл. т:

$$g_{TTst}^{BT} = g_{TT}^{BT} g_{BTst},$$

g_{TT}^{BT} – расход ТТ на внутрихозяйственную выработку БТ, физ. ед./физ. ед.; g_{BTst} – расход БТ на продукцию по формуле (1).

В расход электроэнергии на продукцию линии с БТ-сушилкой включается расход на выработку БТ, кВт·ч/пл. т:

$$g_{эл} = g_{эст} + g_{э}^{BT} g_{BTst},$$

где $g_{эст}$ – расход на продукцию по формуле, аналогичной (2).

Прямая энергоемкость продукции \mathcal{E}_{Ist} (МДж/пл. т) вычисляется суммированием составляющих от расхода ТТ, БТ и электроэнергии, определяемых умножением на соответствующие энергосодержания (МДж/физ. ед.) [2].

Зернокомплекс считается энергоэффективным при соблюдении условия:

$$\mathcal{E}_{Ist} / \mathcal{E}_{Ibst} \leq 1, \quad (3)$$

где \mathcal{E}_{Ist} и \mathcal{E}_{Ibst} – прямая энергоемкость продукции поточных линий соответственно обследуемого и эталонного базового комплекса, МДж /пл. т продукции.

На практике условие (3), как правило, не выполняется, т.к. снижение энергоемкости до уровня базовой неосуществимо при недостатке финансовых средств на обновление комплекса. Поэтому энергоемкость поточных линий стремятся приблизить к значениям базового комплекса, а при его отсутствии снизить до минимально возможных с помощью энергосберегающих мероприятий 3-х видов: организационно-административных – для стимулирования экономии ТЭР, базисных, финансируемых агропредприятием, и инновационных, инвестируемых спонсорами, – для технико-технологического обновления поточных линий.

В ходе оптимизации из линий исключают машины, устаревшие по конструкции и параметрам, качеству работы, надежности, универсальности, технике безопасности, экологии. Возможность использования новых машин оценивается по стоимости, габаритам, производительности, расходам ТЭР и другим показателям. Производительность линий лимитируется операцией сушки, на которую приходится основная энергоемкость, поэтому к выбору сушилки предъявляется ряд важных требований [3]. Целесообразность использования сушилки на БТ или комплектования обычной сушилки топочным агрегатом ВУТ-1,5 (ООО «Амкодор-Можа») или АТ-1 (ОАО «Мозырьсельмаш») оценивается соотношениями (3), при этом базовой считается линия с сушилкой на ТТ.

Выявляют неэкономичные и выбирают перспективные энергосберегающие машины путем сравнения расходов ТЭР с аналогичными показателями эталонного базового комплекса, руководствуясь требованиями:

$$g_{nz} / g_{nzB} \leq 1 \text{ и } g_{zr} / g_{zrB} \leq 1, \quad (4)$$

где g_{nz} , g_{nzB} ; g_{zr} , g_{zrB} – операционные расходы z -й машиной обследуемого и базового комплекса (B) топлива n -го типа (ТТ, БТ) или электроэнергии, физ.ед./пл. т продукции.

По значениям энергоемкости s -й продукцию t -й культуры вычисляются прямые энергозатраты линий и всего зернокомплекса, МДж:

$$Q_{Пst} = \partial_{Пst} M_{st}; \quad Q_{П} = \sum_t \sum_s Q_{Пst}.$$

Затем вычисляется ожидаемый ППЭС зернокомплекса как разность начальных и базовых энергозатрат (%). При правильном выборе базового образца комплекса он является практически нереализуемым (теоретическим), а при отсутствии такового вообще не существует [4].

Целевая функция энергосберегающей оптимизации зернокомплекса – максимум доступного ППЭС (%):

$$P_{П} \rightarrow \max. \quad (2)$$

Решение задачи сводится к поиску условных экстремумов ППЭС путем итеративных вычислений прогнозных энергозатрат по вариативным входным данным рассматриваемых конфигураций поточных линий до получения наибольших значений в рамках финансовых и других ограничений на практическую реализацию энергосберегающих мероприятий. По результатам вычислений и оценки показателей ЭЭ составляются окончательные схемы поточных линий и корректируются операционные техкарты зернокомплекса. Мероприятия оцениваются экономическими критериями и включаются в план повышения ЭЭ и реализации ППЭС зернокомплекса с указанием стоимости, экономического и энергетического эффекта, сроков практической реализации и окупаемости и т.д.

Практическое применение метода алгоритмизированных вычислений и анализа при энергосберегающей оптимизации объектов растениеводства, в т.ч. зернокомплексов, обеспечивает более точную, достоверную и оперативную оценку их ЭЭ и выявление максимально доступного ППЭС в конкретных условиях.

Литература

1. Анискин В.И., Зюлин А.Н. Особенности механизации послеуборочной обработки и хранения зерна в условиях рыночной экономики // Технологическое и техническое обеспечение производства продукции растениеводства: Науч. труды ВИМ. Т. 141, Ч. 2. – М.: ВИМ, 2002. – С. 3-13.
2. Ловкис В.Б., Колос В.А. О критериях энергетической эффективности сельскохозяйственных технологий // Механизация и электрификация с.-х.: Межвед. темат. сб. Т. 42. – Минск: РУП «НПЦ НАНБ по мех. с.-х.», 2008. – С. 13-19.
3. Чеботарев В.П. Сушка зерна. Теория, расчет, эксперимент. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2012. – 520 с.
4. Колос В.А., Сапьян Ю.Н., Кабакова Е.Н., Ловкис В.Б. К оценке энергосберегающего потенциала технологий. Н-т прогресс в с.-х.: Материалы междунар. н-т конф. – Мн: РУП «НПЦ НАН Беларуси по мех. с.-х.», 2017. – С. 295-298.