

ОПТИМИЗАЦИЯ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО ЗВЕНА НА УБОРКЕ СЛАДКОГО ПЕРЦА

Тимофеев М. Н. – к. т. н., доцент

Костылев С. И. – ассистент, соискатель

Кубанский государственный аграрный университет

В статье предложено оптимизировать производственный процесс машинной уборки урожая сладкого перца. Установлены необходимые зависимости всех составляющих совокупных затрат энергии, и по минимальному значению критерия оптимизации обоснованы оптимальные параметры и режимы работы перцеуборочной машины.

Уже многие годы в качестве критерия оптимизации уборочно-транспортных звеньев (УТЗ), комплексов (УТК), состава машинно-тракторного парка (МТП) используется минимум интегральных, эксплуатационных или приведенных затрат. Эти критерии очень близкие, по сути, и основаны на стоимостной оценке, не учитывающей временную стоимость денег. Кроме того, эти критерии не учитывают затраты энергии на добычу, доставку и хранение энергоносителей, затраты овеществленного труда на семена, корма, концентраты, удобрения, ядохимикаты, энергозатраты живого труда, а также затраты энергии на производство и обслуживание машин, оборудования и помещений. Учет всех перечисленных энергетических затрат в совокупных затратах энергии на выполнение любого производственного процесса и использование энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве рекомендуется во многих работах [1; 2; 3; 4 и др.]. Нами сделана попытка использования совокупных затрат энергии в качестве критерия оптимизации уборочно-

транспортного звена на примере машинной уборки сладкого перца. По сравнению со стоимостными этот критерий не зависит от политики ценообразования и конъюнктуры рынка [2], энергозатраты на процессы выражаются единым параметром (МДж), появляется возможность оценить процессы и машины не только в денежном выражении, но и другими показателями: расход топливосмазочных и других материалов (удобрения, ядохимикаты и др.). Кроме того, в работе [2] справедливо отмечается, что оценка эффективности технологических процессов и машин в энергетических показателях достаточно полно соответствует механико-математическим принципам подготовки инженерных кадров.

Совокупные затраты энергии \mathcal{E} , отнесенные к единице обработанной площади (МДж/га) или к единице массы полученной продукции (МДж/т), выражают суммой следующих составляющих [1]:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_P + \mathcal{E}_O + \mathcal{E}_Ж + \mathcal{E}_M, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_P – энергозатраты на рабочий процесс уборочной машины;

\mathcal{E}_O – овеществленные затраты энергии на использование удобрений, воды, химикатов и пр.;

$\mathcal{E}_Ж$ – энергозатраты живого труда трактористов, комбайнеров, вспомогательных рабочих и водителей автотранспорта;

\mathcal{E}_M – энергия, затрачиваемая на производство и обслуживание машин и оборудования.

Цель нашей работы – оптимизировать производственный процесс машинной уборки урожая сладкого перца и его транспортировки с использованием в качестве критерия совокупных затрат энергии \mathcal{E} .

Применительно к изучаемому процессу были установлены необходимые зависимости всех составляющих \mathcal{E} формулы (1), и по минимальному значению критерия оптимизации обоснованы оптимальные параметры и

режимы работы перцеуборочной машины, транспортного средства для перевозки урожая.

Так, для энергозатрат на рабочий процесс перцеуборочной машины нами получена следующая зависимость:

$$\mathcal{E}_p = \frac{0,01 \times (2571B_p + 0,45V_{\delta} \times \rho)}{B_p \times U} + \frac{1,224B_p}{W_{к'}} + \frac{18,1B_p}{W_{к'}}, \quad (2)$$

где B_p – рабочая ширина захвата машины, м;

V_{δ} – емкость бункера для плодов, $м^3$;

ρ – плотность плодов сладкого перца, $т/м^3$;

U – урожайность плодов, $т/га$;

$W_{к'}$ – производительность перцеуборочной машины, $т/ч$.

Овещественные затраты энергии на использование топливосмазочных материалов найдем по формуле (3):

$$\mathcal{E}_o = \frac{[84 \times \tau + 5,5(7 \times \tau - 1,15) + 2,1] \times 42,5}{W_{к_1}} + \frac{21,3}{W \times U}, \quad (3)$$

где τ – коэффициент использования сменного времени;

$W_{к_1}$ – сменная производительность перцеуборочной машины, $т$;

W – сменная производительность перцеуборочной машины, $га$.

В свою очередь коэффициент использования времени смены для нашего процесса определяется так:

$$\tau = \frac{0,14L}{0,02L + 0,05V_p + \frac{0,06B_p \times U \times L \times V_p}{8000 \times V_{\delta} \times \rho}}, \quad (4)$$

где L – длина гона, м;

V_p – рабочая скорость уборочной машины, $км/ч$.

Для расчета энергозатрат живого труда получаем зависимость (5):

$$\mathcal{E}_{жс} = \frac{1,26 \times m_{мех} + 1,09 \times m_{всн}}{W_{к'}}, \quad (5)$$

где $m_{мех}, m_{всп}$ – требуемое количество механизаторов и вспомогательных рабочих соответственно, чел.;

1,26 и 1,09 – энергетические эквиваленты затрат живого труда соответственно основными и вспомогательными рабочими, МДж/чел.-ч.

Энергия, затрачиваемая на производство и обслуживание машин и оборудования, определяется по формуле (6):

$$\mathcal{E}_{мо} = \frac{74,591 \times n_k}{W_{к'}} + 113,34 \times \frac{n_{тр}}{W_{чтр}} + 13,5 \times S, \quad (6)$$

где n_k – расчетная потребность в перцеуборочных машинах;

$n_{тр}$ – расчетная потребность в транспортных средствах;

$W_{чтр}$ – производительность транспортного средства на перевозке урожая, т/ч;

S – расстояние перевозок, км.

Для решения задачи были разработаны: блок-схема алгоритма оптимизации параметров и режима работы уборочной машины и транспортного средства, математическая модель решения задачи и программа к персональному компьютеру *Pentium-4*.

В результате решения задачи по разработанной математической модели минимальные затраты совокупной энергии на уборке сладкого перца составили 780 МДж/т (рис.). Оптимальному значению критерия оптимизации соответствуют следующие конструктивные и режимные параметры перцеуборочной машины: рабочая ширина захвата – 2,1 м; емкость бункера – 3 м³; рабочая скорость движения – 2,05 км/ч; рабочая длина гона – 1000 м; урожайность перца – 10 т/ч; коэффициент сменного времени – 0,66; производительность уборочной машины – 0,285 га/ч. При этом оптимальное количество уборочных машин в УТЗ составило 4, а транспортных средств для отвоза плодов – 6. Время рейса транспортного средства – 0,948 ч при транспортировке груза на 4 км, а часовая производительность – 1,9 т/ч.

В качестве транспортного средства используется тракторный прицеп 2ПТС-6, агрегируемый с МТЗ-80. Выгрузка урожая из бункера уборочной машины производится по мере его заполнения. Получены зависимости критерия оптимизации от конструктивных и режимных параметров уборочной машины, а также от условий работы (урожайности перца, длины гона, уборочной площади, расстояний перевозок и др.).

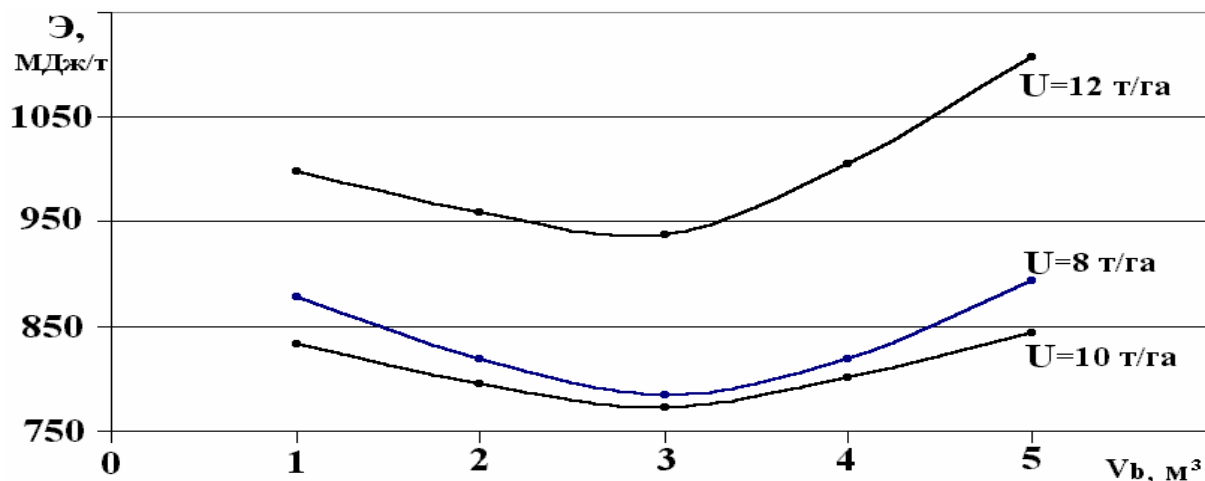


Рисунок – Зависимость \mathcal{E} от V_b и U

Из рисунка следует, что минимальное значение критерия оптимизации 780 МДж/т имеет место при $U=10$ т/га и $V_b=3 \text{ м}^3$.

Список литературы

1. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. – М. : ВИМ, 1995.
2. Кленин, Н. И. Расчет уборочно-транспортного комплекса : Методические рекомендации по выполнению расчетно-графической работы / Н. И. Кленин, А. А. Золотов. – М. : ФГОУ ВПО "МГАУ", 2003.
3. Методические рекомендации по определению показателей энергоёмкости производства сельскохозяйственной продукции. – М. : ВИЭСХ, 1990.
4. Небавский, В. А. Ресурсосбережение при производстве продукции растениеводства / В. А. Небавский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – № 9.