

Рисунок 2 – Машина для уборки топинамбура:

а – вид сзади; б – вид сверху;

1 – каток копирующий; 2 – лемех; 3 – устройство комкоразрушающее; 4 – сепарирующий элеватор первый; 5 – граблины; 6 – сепарирующий элеватор второй; 7 – шнеки

Машина работает следующим образом. Копирующий каток 1, как и в первом случае, наклоняет стебель топинамбура и прижимает его к земле. Подкапывающий лемех 2 подкапывает клубносный пласт, на который воздействуют граблины 5 комкоразрушающего устройства 3.

Противоположный наклон пальцев смежных граблей 5 позволяет интенсифицировать процесс крошения пласта и отрыва клубней от стебля. Далее разрыхленная почва, клубни и стебли топинамбура поступают на первый элеватор 4, где с помощью шнеков 7 происходит дальнейшее разрушение комков и отрыв клубней от стебля. Окончательно сепарация почвы происходит на втором элеваторе 6. Применение комкоразрушающих устройств в технологическом процессе машин позволяет разрушить корневища, оторвать корнеплоды от столонов и более качественно отсепарировать почву.

Литература

1. Варламов Г.П., Рейнгарт Э.С., Хвостов В.А., Зимин В.С. «Машины для возделывания топинамбура в фермерских хозяйствах». В ж.: «Тракторы и сельскохозяйственные машины». 1997, № 9.

2. Рейнгарт Э.С., Рытченко В.В., Старовойтов В.И., Кочнев Н.К. «Технология и комплекс машин для производства топинамбура». В ж.: «Тракторы и сельскохозяйственные машины». 2003, № 11.

УДК 631.356.46

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Портянко Г.Н., к.т.н., доцент, Гурнович Н.П., к.т.н., доцент,
Горный А.В., к.с.-х.н., доцент, Портянко Е.Г.

УО Белорусский государственный аграрный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Основные требования, которые должны выполняться при технологическом расчете картофелеуборочного комбайна, сводятся к следующему:

- поскольку невозможно обеспечить оптимальный технологический процесс для бесконечного множества вариантов поступающей почвенной массы, представляется наиболее целесообразным рассчитывать работу машины на оптимальной скорости движения на почве с содержанием большого количества твердых примесей и повышенной влажности;
- предусматривать регулирование режимов работы, а также другие мероприятия для выполнения оптимального варианта технологического процесса при переходных разновидностях состояния почвы и убираемой культуры [1].

Расчетная производительность комбайна за 1 час чистой работы определяется по формуле:

$$W = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (1)$$

где B_p – конструктивная ширина захвата, м; V_p – рабочая скорость машины (агрегата), км/ч; τ – коэффициент использования времени смены.

Загрузка картофелеуборочного агрегата зависит от скорости его движения, глубины подкапывания и формы грядок, урожайности клубней и ботвы и других факторов.

Общая загрузка комбайна массой (в кг/с) определяется по формуле:

$$Q = Q_n + Q_{кп} + Q_б + Q_{кз}, \quad (2)$$

где Q_n – загрузка подкапываемой почвой; $Q_{кп}$ – загрузка клубнями; $Q_б$ – загрузка ботвой; $Q_{кз}$ – загрузка камнями.

Первое слагаемое определяется по формуле: $Q_n = S \cdot V_m \cdot \rho_n$, (3)

где S – площадь сечения подкапываемого пласта, для двухрядной машины при глубине подкапывания 0,16...0,20 м и гребневой посадке $S = 0,1...0,15 \text{ м}^2$; ρ_n – плотность почвы, кг/м^3 , в зависимости от влажности и типа почв $\rho_n = 1200...1700 \text{ кг/м}^3$ (большие значения для почв повышенной влажности). Поступление клубней в комбайн определяется по формуле:

$$Q_{кн} = 0,1 \cdot i \cdot c \cdot G_{кн} \cdot V_m, \quad (4)$$

где $G_{кн}$ – урожай клубней, т/га ; i – число убираемых рядков; c – ширина междурядий.

Подкапываемый пласт содержит всего 1...3 % клубней, поэтому при расчете основного сепарирующего рабочего органа приближенно можно пренебречь разницей в плотности почвы и клубней и загрузку комбайна почвой определять по формуле:

$$Q_{сп} = Q_n + Q_{кн} \approx S V_m \rho_n \quad (5)$$

Кроме того, в машину поступает ботва и камни, секундная загрузка которых (в кг/с) может быть определена по формулам: $Q_б = 0,1 i c G_б V_m$, (6)

где $G_б$ – урожай ботвы, т/га .

$$Q_к = 0,1 i c G_к V_m, \quad (7)$$

где $G_к$ – содержание камней, т/га .

Процентное содержание компонентов в общей массе, к примеру, для почвы, определяется $P_n = (Q_n/Q) 100$ % также определяют процент содержания клубней, и др. примесей. При расчете сепарирующей способности машины принимаем следующие обозначения. Секундную подачу массы на каждый рабочий орган обозначаем буквой Q с цифровым индексом порядкового номера этого рабочего органа ($Q_1, Q_2, Q_3...Q_k$ и т.д.). Подачу на рабочий орган компонентов (почвы, клубней, ботвы, камней) обозначаем соответственно дополнительным индексом $Q_{1n}, Q_{2n}, Q_{1кн}, Q_{2кн}, Q_{1б}, Q_{2б}, Q_{1к}, Q_{2к}$ и т.д. Отделенную, просеянную массу, данным рабочим органом (в кг/с) обозначаем буквой q с теми же индексами. Под коэффициентом отделения η понимаем соотношение массы отделенной части материала m к общей массе поступающего на сепарирующий рабочий орган данного компонента. Коэффициент отделения вычисляем для каждого из отделяемых компонентов раздельно – коэффициент отделения почвы η_n , коэффициент отделения ботвы $\eta_б$, коэффициент отделения камней $\eta_к$. Для клубней аналогичный коэффициент называется коэффициентом потерь клубней $\eta_{кн}$.

Определяем количество почвы просеянной первым сепарирующим элеватором. Коэффициент отделения почвы по длине элеваторов определяем по формуле:

$$\eta_m = \frac{q \times l^\alpha}{1 + q \times l^\alpha}, \quad (8)$$

где q и α – коэффициенты, зависящие от механического состава и влажности почвы, а также от подачи; l – длина элеватора.

Значения коэффициента пропорциональности q , характеризующего скорость просеивания почвы в зависимости от ее физического состояния, и коэффициента α , зависящего главным образом от загрузки и места расположения рабочего органа в схеме технологического процесса, приведены в таблице.

Таблица – Значения коэффициентов q и α

Место расположения сепарирующего рабочего органа	q		α (среднее значение)
	Диапазон рассеивания	Среднее значение	
В начале технологического процесса [подача 80...120 кг/с. м]	3,5...4,5	4,0	0,66
В середине технологического процесса: при поступлении мелкой почвы [подача до 20 кг/с. м]	2,5...3,5	3,1	0,66
при поступлении непрочных комков	1,0...1,5	1,1	0,66
при поступлении прочных комков, а также почвы в пластичном состоянии	0,3...0,4	0,37	0,5

Количество почвы поступающей на следующий рабочий орган определяем по формуле:

$$Q_{2n} = Q_{1n} \times (1 - \eta_n). \quad (9)$$

Следует отметить, что использование встряхивателей рабочей ветви сепарирующих элеваторов и редкопруткового транспортера позволяет значительно эффективнее отсепарировать поступающий на нее ворох и разделить его на фракции. На рисунке 1 представлены зависимости полноты отделения почвы на элеваторе от влажности при различных вариантах встряхиваний полотна: 1 – элеватор с независимым эксцентриковым встряхивателем; 2 – элеватор с эллиптическим встряхивателем; 3 – элеватор без встряхивателей.

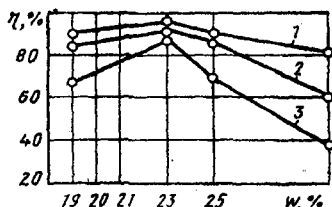


Рисунок 1 – Зависимость полноты отделения почвы на элеваторе от влажности при различных вариантах встряхиваний полотна: 1 – элеватор с независимым эксцентриковым встряхивателем; 2 – элеватор с эллиптическим встряхивателем; 3 – элеватор без встряхивателей

также мелкие камни. Коэффициент

Коэффициент отделения ботвы редкопрутковым транспортером составляет 0,60...0,85. Учитывая то, что рабочая ветвь его колеблется в поперечном направлении, для расчета можно выбрать большее значение $\eta_6 = 0,85$.

Количество ботвы вынесенное из машины редкопрутковым транспортером определяем по формуле.

$$Q_{61} = Q_6 \cdot (1 - \eta_6), \text{ кг/с.} \quad (10)$$

Общее количество массы поступающей на пальчиковую горку составит:

$$Q_{nc} = Q_{m(2)} + Q_{cl} + Q_{61} + Q_c, \text{ кг/с.} \quad (11)$$

Пальчиковые горки эффективно отделяют от клубней мелкую почву, растительные примеси, а разделения вороха, по данным Е. Шефера, для пальчиковых горок составляет по массе 15,6...30 %, а по количеству 20,9...35,1 %.

Сравнительная оценка разделяющих устройств разного типа проведенная Ф. Рерсом и Е. Шефером представлена на рисунке 2 [2].

Количество вороха поступающего на стол переборщиков после сепарирования его пальчиковой горкой и щеточным отделителем определяется по формуле.

$$Q_{nc} = Q_{c1} \cdot (1 - \eta_{nc(1)}) + Q_{c2} \cdot (1 - \eta_{nc(2)}) + Q_c \cdot (1 - \eta_{nc(3)}), \text{ кг/с.} \quad (12)$$

И так, суммируя количество примесей и клубней, поступающих на переборочный стол определяем количество рабочих - переборщиков необходимых для отбора примесей.

$$Q_{общ} = Q_{nc} + Q_{c2}, \text{ кг/с.} \quad (13)$$

$$I = \frac{k \cdot Q_{общ}}{m_{cp} \cdot q}, \text{ чел.} \quad (14)$$

где k – доля примесей в подаваемом ворохе, %; m_{cp} – средняя масса компонентов примесей, принимают $m_{cp} = 0,15 \text{ кг}$; q – частота появления примесей в зоне визуального контроля переборщика, принимается $q = 2,3 \text{ ум/с}$.

Литература

1. Ловкис З.В. Интенсивная технология возделывания картофеля в условиях БССР. БелНИИНТИ, Мн.: 1991, 84 с.
2. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984, - 320 с.