

ядохимикатов регулируется изменением давления, высота опрыскивания – изменением положения задней рамки опрыскивателя.

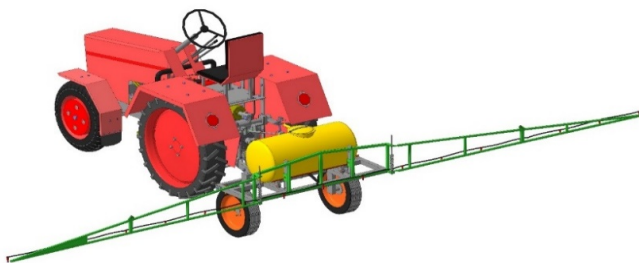


Рисунок 4 – 3D модель малообъемного опрыскивателя с мини-трактором

Техническая характеристика опрыскивателя: производительность – 2,1...3,7 га/ч, рабочая скорость – 5...9 км/ч, диапазон рабочего давления – 0,1...0,7 МПа, ширина захвата – 4,2 м, емкость цистерны – 315 л, вес – 120 кг.

Список использованных источников

1. Шабeka, Л.С. Принципы построения и реализации графической подготовки инженера в современных условиях / Л.С. Шабeka // Известия Международной академии технического образования – Минск: БИТУ, 2003. С. 63–75.

УДК 631.312.021.3

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛЕМЕХА НА ПОЧВУ ПРИ ПОДКАПЫВАНИИ КАРТОФЕЛЕКОПАЛКОЙ

*Студенты – Зыблюк В.А., 89 м, 1 курс, АМФ;
Леган Е.В., 41 тс, 2 курс. ФТС*

*Научные
руководители – Вабищевич А.Г., к.т.н., доцент
Янцов Н.Д., к.т.н., доцент*

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

Аннотация. Приведен анализ воздействия лемеха на почву при подкапывании картофелекопалкой.

Ключевые слова: лемех, подкапывание, пласт, деформация, почва, колебания.

Плоский пассивный лемех картофелеуборочной машины можно рассматривать как простой двухгранный клин, рабочей поверхностью которого является лицевая плоскость. Анализ работы простого клина

проведенный акад. В.П. Горячкиным, позволяет описать процесс подкапывания почвенного паста пассивным лемехом av [1, 2].

Воздействие клина на пласт приводит к сжиманию частиц почвы, которое распространяется на некоторое расстояние перед ним. В результате сжимающего действия в пласте образуются трещины (рис.1, a), характер и направление которых зависит от его состояния.

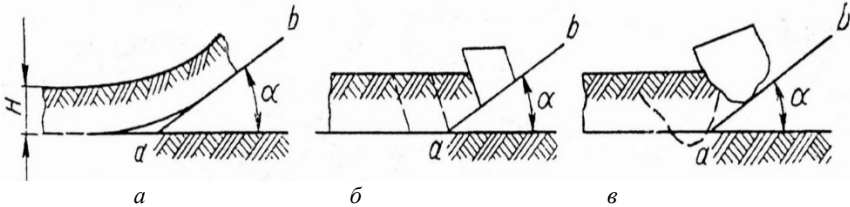


Рисунок 1 – Характер воздействия лемеха на подкапываемый пласт:

a – подкапывание связного задернелого пласта, b – подкапывание твердого пласта, v – подкапывание очень твердых, хрупких, пересушенных почв

В случае подкапывания связного, задернелого пласта достаточно незначительного сжатия, чтобы образовалась трещина в горизонтальном направлении. При этом происходит отрыв пласта и перемещение его по клину, причем кривая изгиба пласта над лезвием симметрична по отношению к горизонтали и плоскости лемеха.

В случае подкапывания твердого, но упругого пласта (рис.1, b) клин, проникая в глубь материала, сначала сминает его, а когда сопротивление смятия возрастает до некоторого предела, происходит скалывание пласта под определенным для каждого материала углом. После этого происходит сдвиг элемента в виде скошенного четырехугольника и подъем его по рабочей поверхности лемеха, в то же время продолжается смятие пласта перед лемехом и образование нового элемента.

В случае подкапывания очень твердых, хрупких, пересушенных почв (рис. 1, v) трещина перед лезвием может распространяться не по горизонтали, а вниз. При этом стружка образуется отламыванием отдельных глыб неправильной формы. Верхняя часть такой глыбы гладкая, а нижняя – имеет неправильную, изрытую форму.

На характер деформации пласта при подкапывании, кроме механического состава почвы, большое влияние оказывают влажность, задернелость и неоднородность. Так, очень высохшая почва раскалывается на неправильные глыбы, а дно борозды получается изрытым, по мере возрастания влажности и задернелости пласт распадается на куски или остается связным.

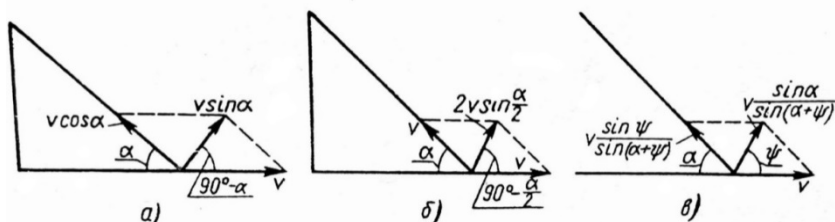


Рисунок 2 – Разложение скоростей при взаимодействии двугранного клина и пласта (по В. Г. Горячкину):

a – под углом 90° , *б* – при изгибе изгибе под углом $90^\circ - \alpha/2$,
в – при скальвании под некоторым постоянным углом ψ

Таким образом при смятии материала плоский клин перемещает частицы перпендикулярно рабочей, лицевой поверхности, т.е. под углом $90^\circ - \alpha$ (рис. 2, *a*), при изгибе под углом $90 - \alpha/2$ (рис. 2, *б*) при скальвании под некоторым углом ψ (рис. 2, *в*) и при изломе – под неопределенным переменным углом.

Скорость перемещения клина можно разложить на слагающие вдоль рабочей плоскости и по направлению перемещению частиц обрабатываемого материала. Абсолютное перемещение частицы можно разложить на относительное по рабочей плоскости клина и переносное. Точно так же можно разложить действующие силы.

Сопротивление пласта при действии клина складывается из сопротивления подъему части пласта, сопротивления смятию частиц сопротивления скальванию и трения. При этом необходимо считаться с характером перемещения частиц под углом $(90 - \alpha, 90 - \alpha/2, \psi)$, так как одна и та же причина может оказывать различное сопротивление движению. Так часть пласта весом Q , лежащая на клине, опирается не только на рабочую плоскость клина, но и еще как бы опирается на впереди лежащие части пласта.

Рассмотрим процесс подкапывания пласта колеблющимся лемехом (рис. 3). Обозначим амплитуду колебаний A , угол направления колебаний к горизонту γ , угол наклона лемеха α_1 и угловую частоту колебаний ω . Учитывая, что радиус кривошипа мал по сравнению с длиной подвесок, можно принять, что лезвие лемеха совершает прямолинейное возвратно-поступательное движение. Будем считать что параметры и режимы работы лемеха подобраны таким образом, что подрезание пласта происходит в тот момент когда ранее подрезанный пласт подброшен и находится в полете. В процессе работы абсолютная скорость качающегося лемеха v_n складывается из поступательной скорости движения v_m и скорости колебательного движения самого лемеха $v_{кол}$.

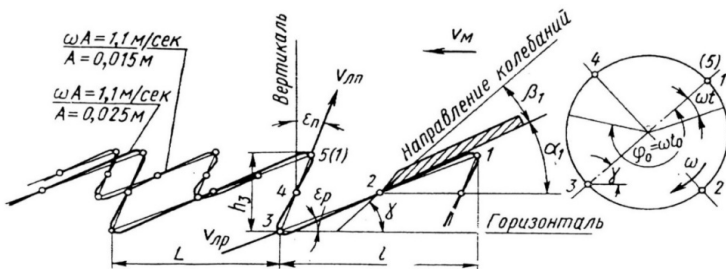


Рисунок 3 – Траектория движения качающегося лемеха

В результате сложения этих движений лезвие лемеха описывает пилообразную траекторию. Высота зубцов траектории будет

$$h_3 = 2A \sin \gamma.$$

Длина пути лемеха за один период колебаний

$$L = v_M t_{об} = 2\pi / \omega v_M.$$

Процесс подкапывания пласта колеблющимся лемехом складывается из двух периодически повторяющихся фаз: фазы резания, когда направление движения кромки лемеха при колебательном движении совпадает с направлением перемещения лемеха в переносном движении противоположны друг другу (рис 3).

Величина сопротивлений, возникающих при работе лемеха, и характер деформации почвы определяются в основном величиной угла резания. Если для пассивного лемеха этот угол, как правило, является углом наклона к горизонту, то для качающегося лемеха значение действительного угла наклона, но и от параметров колебаний и определяется соотношением

$$\alpha_p = \alpha_1 - \varepsilon_p,$$

где α_1 – угол наклона лемеха;

ε_p – угол между направлением движения лемеха и горизонталью.

Угол ε_p не является постоянным и в каждый момент определяется отношением переносимой и относительной скоростей лемеха, однако с достаточной точностью можно считать, что в фазе резания

$$\operatorname{tg} \varepsilon_p = \frac{h_3}{l} = \frac{2\omega A \sin \gamma}{\pi + 2\omega A \cos \gamma}, \quad (4)$$

где l – длина пути лемеха за период полуколебания в фазе резания.

Угол ε_p оказывает существенное влияние на угол резания, а следовательно, и на тяговое усилие и крутящий момент, потребляемые колеблющимся лемехом. С уменьшением угла наклон лемеха и увеличением скорости колебаний угол уменьшается. Расчеты показывают, что у некоторых грохотных уборочных машин угол ε_p больше, чем угол

наклона лемеха, это крайне нежелательно, так как при этом в фазе резания возникают дополнительные сопротивления от действия нормального давления и сил трения между нижней поверхностью лемеха и дном борозды.

В связи с этим угол наклона качающегося лемеха следует выбирать из условия

$$\alpha_1 \geq \varepsilon_p.$$

В фазе резания высота подъема пласта

$$h_{\text{под}} = \varepsilon(\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \varepsilon_p).$$

Поскольку разность в скобках близка к нулю, то можно считать, что в этой фазе пласт остается в покое, т.е. не получает вертикальных ускорений и лишь уплотняется в точке.

В рассматриваемой фазе сила будет значительно меньше, чем для пассивного лемеха, в связи с тем, что пассивный лемех, во-первых, имеет больший угол наклона, чем колеблющийся во-вторых, воспринимает давление всего пласта, находящегося на лемехе, а колеблющийся лемех – только некоторой его части. Подрезанный пласт подброшен и не соприкасается с поверхностью лемеха.

Для колеблющегося лемеха в первой фазе процесса подкапывания пласта – в фазе резания тяговое усилие складывается из горизонтальных составляющих сил:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{деф}} + P_{\text{лез}}.$$

Как показывают опыты, при перемещении лемеха из точки 1 в точку 2 пласт не меняет своей длины и скользит по поверхности лемеха. При этом относительная скорость перемещения возрастает до максимального значения

$$v_{\text{от}} = \frac{v}{\cos \alpha} + \omega A \cos \beta,$$

а затем уменьшается до нуля в точке 3. В дальнейшем до момента отрыва подрезанный пласт движется вместе с лемехом.

Во второй фазе при перемещении пласта из точки 3 в точку 5 направление абсолютного движения его характеризуется углом, определяющим перемещение лемеха в фазе подбрасывания который может быть найден из соотношения

$$\operatorname{tg} \varepsilon_n = \frac{v\pi}{2\omega A \sin \gamma} \operatorname{ctg} \gamma.$$

Если $\varepsilon_n = 0$, то лемех и пласт, находящийся на нем, перемещаются вверх строго по вертикали. Рассматриваемый случай выполняется при условии

$$\cos \gamma = \frac{v\pi}{2\omega A} = 1,57 \frac{v}{\omega A}.$$

Колеблющийся лемех обычно жестко закреплен на переднем решете качающегося грохота. Действующая на лемех сила реакции подрезанного пласта при преодолении его инерции покоя воспринимается приводом

качающегося лемеха. Продольная составляющая этой силы будет представлять собой большую часть требуемого тягового усилия.

Наряду с этим часть тягового усилия расходуется на преодоление сил нормального давления и трения от скольжения подкопанного пласта по плоскости сдвига. Величину этого усилия при равномерном движении пласта по поверхности лемеха можно определить по формуле

$$P = G \frac{\sin\alpha + f \cos\alpha}{\cos\alpha - f \sin\alpha},$$

где G - вес пласта, находящегося на лемехе.

f – коэффициент трения почвы о лемех.

Когда $\epsilon_p < 0$; $\cos\gamma > 1,57$ направление перемещения лемеха отклонено от вертикали в сторону, противоположную движению машины. Если угол больше угла трения почвы о поверхность лемеха или равен ему, пласт остается в покое, а лемех перемещается в сторону, обратную движению машины.

Таким образом на процесс подкапывания и скорость перемещения пласта по колеблющемуся лемеху и грохоту в одинаковой степени влияют частота и амплитуда колебаний, угол наклона лемеха может быть большим, чем угол наклона грохота, так как вследствие непрерывности процесса подкапывания и отсутствия просеивания частицы не будут скатываться с лемеха вниз. Одним из главных преимуществ качающегося лемеха является отсутствие на нем сгуживания пласта.

Список использованных источников:

1. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины / М. - Машиностроение 1984. – 320 с.
2. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины, расчёт и проектирование / М. – Машиностроение, 1972. – 400 с.

УДК 631.362.3.022

СЕПАРИРОВАНИЕ ПОЧВЫ НА КАЧАЮЩЕМСЯ ГРОХОТЕ КАРТОФЕЛЕКОПАЛКИ

*Студенты – Зыблюк В.А., 89м, 1 курс, АМФ;
Илькевич Д.В., 41 тс, 2 курс, ФТС*

*Научные
руководители – Бабищевич А.Г., к.т.н., доцент;
Авраменко П.В., к.т.н., доцент*

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

Аннотация. Приведен анализ сепарирования почвы на качающемся грохоте картофелекопалки.

Ключевые слова: почва, грохот, решето, движение, частица, сепарирование.