

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.

Грохоты, применяемые в картофелеуборочных машинах, имеют специфические особенности [1, 2]. Наиболее существенными особенностями грохотов картофелеуборочных машин являются:

- грохоты работают с подъемом материала вверх, с наклоном решета по ходу движения материала или с горизонтальным расположением решета;
- грохоты должны обеспечивать большую производительность и поэтому работают на повышенных динамических режимах.
- грохоты должны максимально разрушать пласт и почвенные комки, не повреждая клубни;
- в картофелеуборочных машинах многих конструкций грохоты, установленные в начале технологического процесса, одновременно используются, как подкапывающий рабочий орган.

Эти особенности привели к тому, что параметры качающихся грохотов картофелеуборочных машин отличаются от параметров аналогичных устройств, применяемых в других отраслях техники.

Характер перемещения материала по решету грохота определяется следующими параметрами: числом оборотов  $n$  в минуту; амплитудой  $A$ ; углом  $\alpha$  наклона грохота к горизонтالي; углом  $\gamma$  между направлением колебаний и горизонталью; углом  $\beta$  между направлением колебаний и плоскостью решета грохота

$$\beta = \gamma - \alpha.$$

На частицу, находящуюся на решете (рис 1), действуют сила тяжести  $G = mg$ ; сила инерции от возвратно-поступательного движения

$$J = mi = \omega^2 A \cos \omega t;$$

сила нормального давления  $N$ ;

сила трения

$$F = N \cdot f.$$

Силой инерции, возникающей в результате движения решета грохота по дуге вокруг точек подвеса, пренебрегаем, так как отношение амплитуды колебаний к длине подвесок очень мало, и с достаточной точностью можно предположить, что движение происходит по прямой.

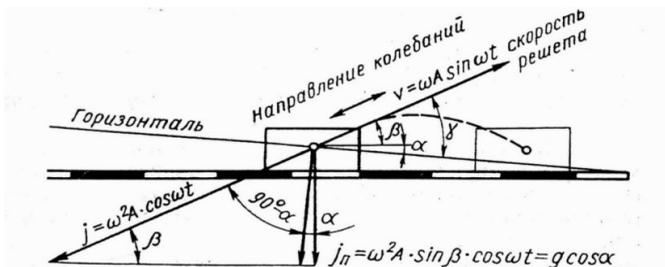


Рисунок 1 – Перемещение частицы по решету качающегося грохота

Характер и направление движения частицы по решетке грохота зависит от величины и направления ускорения решета:

$$j_p = \omega^2 A \cos \omega t$$

Скольжение почвы вверх обеспечивается при ускорении решета

$$j_p \geq g \frac{\sin \alpha + f \cos \alpha}{\cos(\gamma - \alpha) + f \sin(\gamma - \alpha)}$$

а скольжение вниз при ускорении

$$j_p \geq g \frac{\sin \alpha + f \cos \alpha}{\cos(\gamma - \alpha) - f \sin(\gamma - \alpha)}$$

Теоретический анализ и данные экспериментов показывают, что более эффективное сепарирование и перемещение материала по колеблющемуся решетке, имеющему наклон вверх может быть достигнуто лишь при режимах, при которых обеспечивается отрыв частиц от решета. Работа при режимах с подбрасыванием позволяет транспортировать материал вверх при больших углах наклона решета, чем при режимах со скольжением.

Предельные углы подъема материала без подбрасывания и с подбрасыванием соответственно равны:

$$\alpha_{1\max} = \arctg(f^2 \operatorname{tg} \beta),$$

$$\alpha_{2\max} = \left( \arctg \frac{\lambda}{2 - \lambda} \cdot \frac{1 - \kappa}{1 + \kappa} \cdot \cos \beta \right),$$

где  $f$  и  $\lambda_1$  – коэффициенты трения скольжения и мгновенного трения;  
 $\kappa$  – коэффициент восстановления.

Коэффициент мгновенного трения  $0 \leq \lambda_1 \leq 1$  связывает продольные составляющие скоростей частицы до удара  $u_{1t}$  и после удара  $u_{2t}$  по соотношению  $u_{2t} = u_{1t}(1 - \lambda_1)$ .

Если допустить, что коэффициенты  $f$  и  $\lambda_1$  равны, то из анализа этих формул вытекает, что при режиме с подбрасыванием частица может подниматься вверх при углах наклона решета до  $17^\circ$ , при режимах скольжения – при углах наклона не свыше  $7^\circ$ .

Для осуществления подбрасывания частицы решетом необходимы следующие условия: нормальная составляющая скорости решета должна быть направлена вверх; нормальная составляющая ускорения решета должна быть направлена вниз; абсолютная величина нормальной составляющей ускорения решета должна быть равна или больше нормальной составляющей ускорения свободного падения

$$j_n \geq g \cos \alpha.$$

Следовательно, подбрасывание почвы возможно только во втором квадрате, если ускорение решета

$$j_n = \omega^2 A \cos \omega t \geq \frac{g \cos \alpha}{\sin(\gamma - \alpha)}.$$

Для проектирования грохотов параметры, определяющие режим работы, должны устанавливаться с учетом места расположения грохота в схеме машины в следующей последовательности: в начале находят угол наклона решета  $\alpha$ , затем угол направления колебаний  $\beta$  после чего амплитуда  $A$  и число оборотов  $n$  [2].

Значения угла наклона решета  $\alpha$ : для лемеха, закрепленного на решете – до  $30^\circ$ , для решета, расположенного за лемехом – до  $20^\circ$ .

Для обеспечения лучшего транспортирования материала угол  $\beta$  должен устанавливаться для грохотов, расположенных в начале технологического процесса, в пределах  $15^\circ$ – $20^\circ$  в середине или в конце технологического процесса –  $20^\circ$ – $25^\circ$ .

Исходя из теоретических и экспериментальных исследований, оптимальные значения амплитуды колебаний  $A$  можно установить в пределах 0,015–0,025 м. Амплитуда 0,015 м рекомендуется для грохотов, используемых в середине или конце технологического процесса, а также первого грохота машин, предназначенных для подкапывания пласта тонким слоем. В остальных случаях целесообразно применять амплитуду  $A = 0,020$ – $0,025$  м.

Оптимальное число оборотов, зависящее от принятых параметров  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $A$ , определяют по формуле

$$n_{оп} = 30 \cdot \sqrt{\frac{N \cos \alpha}{A \sin \beta}}$$

Коэффициент  $N$  устанавливают из условия обеспечения режима с подбрасыванием, когда время полета частицы равно времени одного оборота. Для грохотов с  $A = 0,020 \dots 0,025$  м  $N = 3,3$ , а для грохотов с  $A = 0,015$  м принимается  $N = 4$ .

Таким образом, для работы грохотов в различных условиях целесообразно осуществлять их привод через вариатор с изменением частоты вращения на  $\pm 25$ – $30$  % от номинального значения, а для достижения необходимых режимов работы грохота с подбрасыванием почвы с клубнями требующееся ускорение целесообразно получать увеличением числа оборотов, а не амплитудой колебаний.

#### 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.