

УДК 631.356.4

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

ОБОСНОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПРУТКОВ ЭЛЕВАТОРА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ

Жбанов Никита Сергеевич
аспирант
РИНЦ SPIN-код:7241-6650
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

Костенко Михаил Юрьевич
Д-р техн. наук, доцент
РИНЦ SPIN-код :2352-0690
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

Костенко Наталья Алексеевна
Канд.техн.наук
РИНЦ SPIN-код : 5579-3034
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

Рембалович Георгий Константинович
Д-р техн. наук, доцент
РИНЦ SPIN-код : 9656-2331
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

Для повышения надежности картофелеуборочных комбайнов применяются высокопрочные стали. С приходом новых материалов и новых технологий в сельскохозяйственном машиностроении возможно значительно снизить массу рабочих органов, снизить энергозатраты. Упругая система композиционного прутка элеватора, выведенная из равновесия ударом компонента картофельного вороха, находится в колебательном движении. Увеличение высоты падения, а следовательно скорости соударения с прутком компонента картофельного вороха определяет величину прогиба композиционного прутка. При колебаниях помимо статических деформаций прибавляются динамические, зависящие от величины усилия удара. Установлено, что прутки из композиционного материала должны иметь следующие параметры: модуль упругости $E = 55000$ МПа; диаметр композиционного прутка $d = 0,012$ м

Ключевые слова: КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫЕ

UDC 631.356.4

05.20.01 – Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

JUSTIFICATION OF THE RIGIDITY OF COMPOSITE BARS OF A POTATO HARVESTER ELEVATOR

Zhbanov Nikita Sergeevich
Graduate student
RSCI SPIN-code:7241-6650
Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

Kostenko Mikhail Yuryevich
Dr.Sci.Tech., assistant professor
RSCI SPIN-code:2352-0690
Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

Kostenko Natalya Alekseevna
Cand. techn. sci.
RSCI SPIN-code: 5579-3034
Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

Rembalovich Georgy Konstantinovich
Dr.Sci.Tech., assistant professor
RSCI SPIN-code: 9656-2331
Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

High-strength steels are used to increase the reliability of potato harvesters. With the advent of new materials and new technologies in agricultural engineering, it is possible to significantly reduce the mass of working bodies, to reduce energy costs. The elastic system of the composite elevator bar, unbalanced by the impact of the component of the potato heap, is in oscillatory motion. An increase in the height of the fall, and hence the speed of collision with the bar of the component of the potato heap, determines the amount of deflection of the composite bar. During vibrations, in addition to static deformations, dynamic ones are added, depending on the magnitude of the impact force. It was established that a bar made of composite material should have the following parameters: elastic modulus $E = 55000$ MPa; the diameter of the composite bar $d = 0,012$ m

Keywords: POTATO HARVESTERS, COMPOSITE

МАШИНЫ, КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ,
ПРУТКИ, ПРУТКОВЫЙ ЭЛЕВАТОР,
КОМПОНЕНТЫ КАРТОФЕЛЬНОГО ВОРОХА

MATERIALS, BARS, BAR ELEVATOR,
COMPONENTS OF THE POTATO PILE

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-158-016>

Современные комбайны для уборки картофеля представляют из себя сложные инженерные системы, выполняющие следующие операции технологического характера: подкапывание картофельных грядок, сепарация почвы и отделение от примесей, очистка клубней с последующим накоплением и загрузкой в транспортные средства. Однако транспортирование и сепарация значительного количества почвы, большой вес рабочих органов ведет к большим энергетическим затратам [10,11].

В настоящее время обеспечение безотказного функционирования картофелеуборочных комбайнов является одним из наиболее важных вопросов по улучшению процесса уборки картофеля.

Увеличить срок службы комбайна возможно за счет использования высокопрочных сталей, что в свою очередь позволит значительно снизить процент выхода из строя техники.

Эффективность рабочих органов картофелеуборочных машин определяет отношение сепарирующей способности рабочего органа к его энергозатратам. В настоящее время с приходом новых материалов и новых технологий в сельскохозяйственном машиностроении имеет место модернизация уже существующих конструкций с использованием инновационных материалов, в результате чего создаются новые, не имеющие аналогов модели, способные при внедрении улучшить качество работы машины, увеличить срок службы, снизить энергозатраты [3,4,5,11].

Одним из возможных направлений по модернизации сепарирующих рабочих органов картофелеуборочной машины является модернизация существующего пруткового полотна, а именно замена металлических прутков на аналогичные из композиционного материала. Данная

модернизация позволяет значительно снизить массу рабочего органа, вследствие чего снизить энергозатраты, улучшить упругость прутков полотна элеватора, что в свою очередь увеличит долговечность данного пруткового элеватора [6,8,9,11].

Предлагаемая конструкция представлена прутковым элеватором картофелеуборочной машины, включающим в себя раму и прутковое полотно, с установленными под верхней ветвью ведущими, ведомыми и роликами интенсификаторами, расположенными с несовпадением фаз их подъема и опускания. Прутки, представленные в данной конструкции выполнены из композиционного материала, а обремененные, вращающиеся ролики интенсификаторы при работе картофелекопателя способствуют образованию волнообразной, постоянно меняющейся поверхности (рисунок 1).

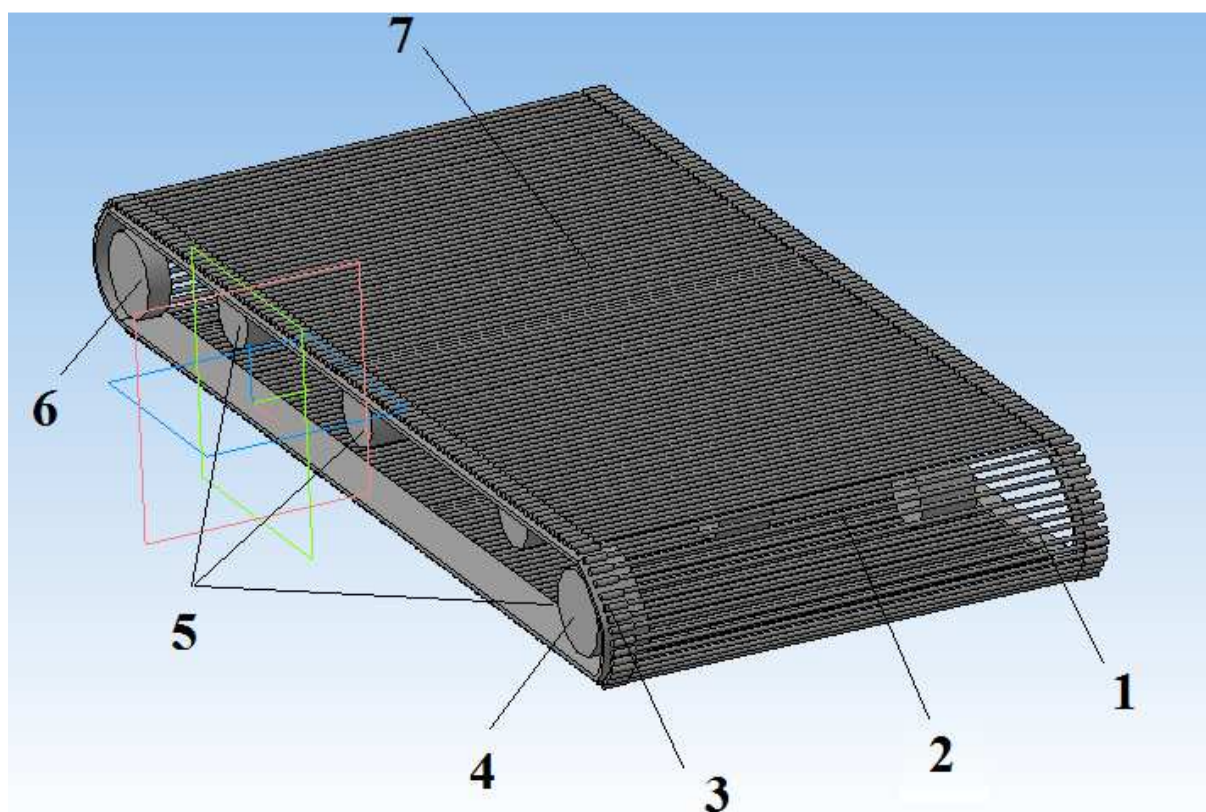


Рисунок 1 – Схема сепарирующего элеватора с прутками из композиционного материала

Предложенный сепарирующий элеватор для картофелеуборочного копателя состоит из приводных ремней 1 с композиционными прутками 2 с креплениями 3. Ведущие ролики 4, ролики интенсификаторы 5 и ведомые ролики 6 обеспечивают натяжение пруткового полотна и смонтированы на раме элеватора. Встряхиватель 7 установлен под прутками элеватора. Композиционный пруток 2 периодически находится в контакте с роликами интенсификаторами 5 и встряхивателями 7.

Рассмотрим принцип действия пруткового элеватора с композиционными прутками. Клубненосный ворох поступает на основной элеватор картофелекопателя, продвигаясь по прутковому полотну клубненосный ворох наезжает на ролики интенсификаторы в результате чего происходит прогиб композиционных прутков полотна под воздействием силы тяжести клубненосного вороха. Дальнейшее движение клубненосного вороха происходит с изменением конфигурации поверхности пруткового полотна, что способствует возникновению ускорений, воздействующих на клубненосный ворох. Работа встряхивателя в данном случае направлена на снижение интенсивности воздействия прутков на клубни картофеля, и обеспечению большей амплитуды подбрасывания клубненосного вороха прутковым полотном. Также стоит отметить снижение ударных нагрузок и повреждений клубнеплодов при падении клубненосного вороха. Данных улучшений удалось добиться за счет применения в конструкции рабочего органа гибких композиционных прутков.

Взаимодействие, происходящее между почвенно-картофельным ворохом и роликом интенсификатором основано на ударном воздействии картофельного вороха о прутки элеватора. Упругая система прутка элеватора, выведенная из равновесия ударом компонента картофельного вороха, приходит в колебательное движение. При колебаниях помимо

статических деформаций возникают динамические нагрузки на почвенные частицы [1,2,7].

Исследуем взаимодействие компонентов картофельного вороха с композиционными прутками. Введем следующие допущения:

1. Воздействие клубненосного пласта на прутки элеватора ведет к их упругому деформированию.

2. Компоненты картофельного вороха разбиваются на части.

Взаимодействие, происходящее между почвенно-картофельным ворохом и композиционным прутком, основано на ударном воздействии картофельного вороха. Применим теорему об изменении количества движения [1,2]. Определим скорость оставшихся после столкновения с композиционными прутками элеватора компонентов картофельного вороха. Будем рассматривать оставшиеся после столкновения с композиционными прутками элеватора почвенной частицы как одну механическую систему [7]. Так как силы, появляющиеся при столкновения с композиционными прутками элеватора картофельного вороха будут внутренними. Вес оставшейся при столкновении с прутками элеватора части почвенно-картофельного вороха примем равным \bar{G} , а вес отделившейся части почвенно-картофельного вороха \bar{P} , причем вес обоих элементов направлен под углом α к элеватору. Таким образом, количество движения в проекции на ось x рассматриваемой системы является постоянной величиной [1].

$$Q_x = const = Q_{ox} \quad (1)$$

Количество движения системы при ударе до разделения компонента картофельного вороха на части, при скорости $V_x = V_0 \cos \alpha$, и количество движения после разделения компонента картофельного вороха на части будут равны друг другу [2].

Количество движения компонента картофельного вороха до разделения его на части было

$$Q_{ox} = \frac{G}{g} V_0 \cos \alpha \quad (2)$$

Количество движения системы после отделения от почвенно-картофельного вороха его части будет равно[9]

$$Q_x = \frac{G-P}{g} V_x + \frac{P}{g} (V_0 \cos \alpha - U_0) \quad (3)$$

где V_x - скорость части почвенно-картофельного вороха, полученная в момент отделения, т.е. абсолютная скорость оставшейся частицы почвы, а $V_0 \cos \alpha - U_0$ есть абсолютная скорость отделившегося клубня в момент отделения и после. Знак «минус» показывает направление движения отделившейся части почвенного вороха. В точке А в момент, наступающий сразу после соударения, будет иметь место равенство

$$\frac{G-P}{g} V_x + \frac{P}{g} (V_0 \cos \alpha - U_0) = \frac{G}{g} V_0 \cos \alpha \quad (4)$$

Отсюда находим V_x

$$V_x = V_0 \cos \alpha + \frac{P}{G-P} U_0 \quad (5)$$

Максимальная дальность полета части компонента почвенно-картофельного вороха в этом случае будет

$$l_{\max} = V_x t = \frac{V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} + \frac{P}{g(G-P)} U_0 V_0 \sin \alpha \quad (6)$$

Полученное выражение (6) позволяет определить максимальную дальность полета компонента картофельного вороха в зависимости от угла падения и от угла падения и от скорости компонента при помощи

программы Mathcad 14 построим графики данных зависимостей (рисунки 2,3).

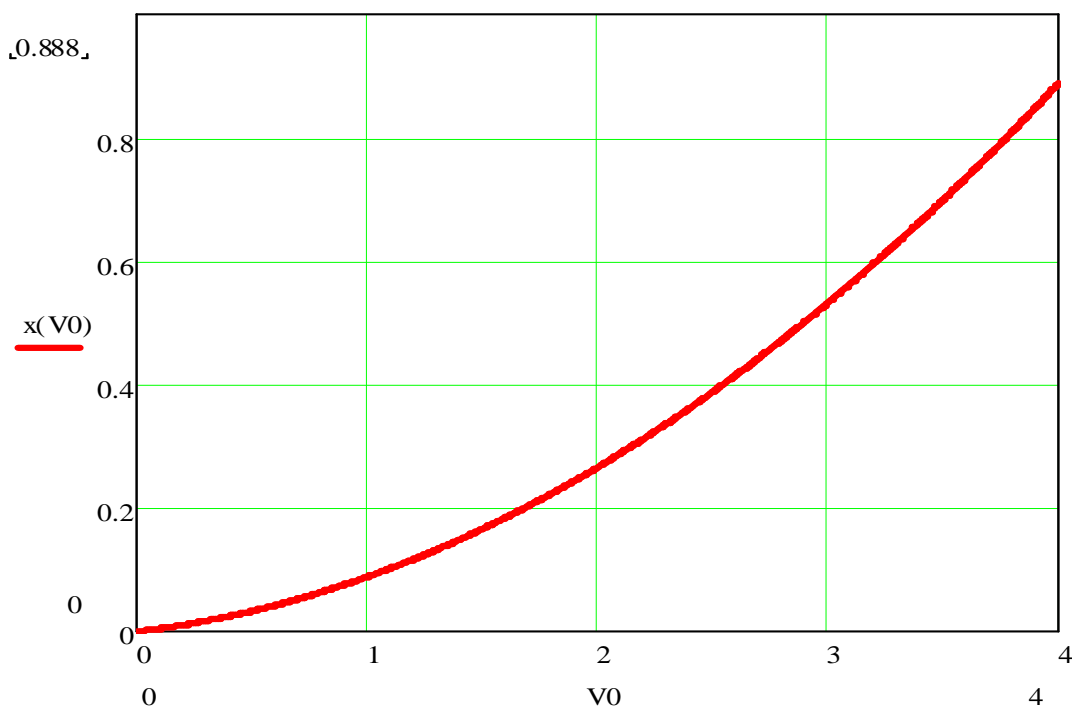


Рисунок 2 – График зависимости расстояния отскока компонента картофельного вороха после столкновения с прутками элеватора от скорости отскока

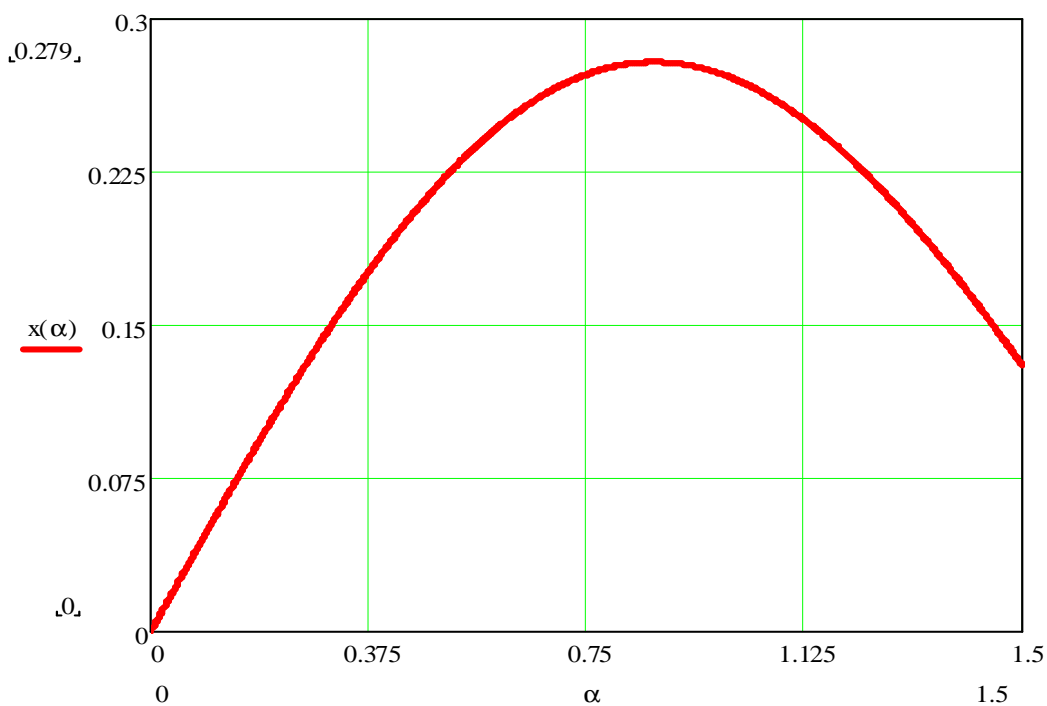


Рисунок 3 – График зависимости расстояния отскока компонента картофельного вороха после столкновения с прутками элеватора от угла отскока

Из представленных графиков видно, что угол отскока от элеватора почвенно-картофельного вороха напрямую влияет на скорость движения компонента картофельного вороха. Упругая система прутка элеватора, выведенная из равновесия ударом компонента картофельного вороха, придет в колебательное движение [2,7]. При колебаниях помимо статических деформаций прибавляются динамические, зависящие от величины усилия удара. Таким образом, расчет композиционного прутка предполагает вычисление динамических составляющих к статическим деформациям.

При воздействии компонента картофельного вороха прутки сепарирующего элеватора прогибаются на некоторую величину [1].

$$f_{\max} = \frac{Ql^3}{48EJ} \quad (7)$$

где Q – вес компонента картофельного вороха, Н;

l – длина композиционного прутка, м;

f_{\max} – максимальная величина прогиба посередине композиционного прутка, м;

E – модуль упругости композиционного материала, МПа;

J – момент инерции сечения прутка ($J = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$), м⁴;

d – диаметр прутка, м.

Допустим, что кинетическая энергия T компонента картофельного вороха переходит полностью в потенциальную энергию U_d деформации композиционного прутка

$$T = U_d \quad (8)$$

При деформации компонент картофельного вороха проходит путь $H + \delta_d$, в этом случае работа произведенная компонентом картофельного вороха будет равна A_d

$$T = A_d = Q(H + \delta_d) \quad (9)$$

где H – высота падения компонента картофельного вороха, м;

δ_d – деформация композиционного прутка в месте соударения с компонентом картофельного вороха, м.

Для вычисления U_d , найдем статическую деформацию потенциальной энергии U_c равную половине произведения ударной силы на соответствующую деформацию композиционного прутка.

$$U_c = \frac{1}{2} Q \delta_c \quad (10)$$

где δ_c – статическая деформация композиционного прутка от компонента картофельного вороха, м.

Статическую деформацию δ_c в месте расположения компонента картофельного вороха можно вычислить, воспользовавшись законом Гука, который выглядит следующим образом

$$\delta_c = \frac{Q}{c} \quad (11)$$

где c – коэффициент упругости при изгибе композиционного прутка от сосредоточенной силы Q в месте расположения, Н/м.

Тогда для наибольшего изгиба композиционного прутка выражение коэффициента упругости можно записать в следующем виде

$$c = \frac{48EJ}{l^3} \quad (12)$$

Таким образом выражение потенциальной энергии будет выглядеть следующим образом:

$$U_c = \frac{1}{2} Q \delta_c = \frac{c}{2} \delta_c^2 \quad (13)$$

Учитывая, что закон Гука справедлив не только для статических нагрузок, но и динамических, прогиб композиционного прутка δ_d будет пропорционален ударной нагрузке P_d

$$\delta_d = \frac{P_d}{c} \quad (14)$$

Допустим, что вид выражения для потенциальной энергии при ударе будет таким же, как и при статическом нагружении весом компонента картофельного вороха композиционного прутка.

$$U_d = \frac{1}{2} P_d \delta_d = \frac{c}{2} \delta_d^2 = \frac{Q}{2\delta_c} \delta_d^2 \quad (15)$$

Подставив значения кинематической энергии T и ударной нагрузки P_d в выражение 8, получим

$$Q(H + \delta_d) = \frac{Q}{2\delta_c} \delta_d^2 \quad (15)$$

Выразив значение величины прогиба при ударе получим

$$\delta_d^2 - 2\delta_c \delta_d - 2H\delta_c = 0 \quad (16)$$

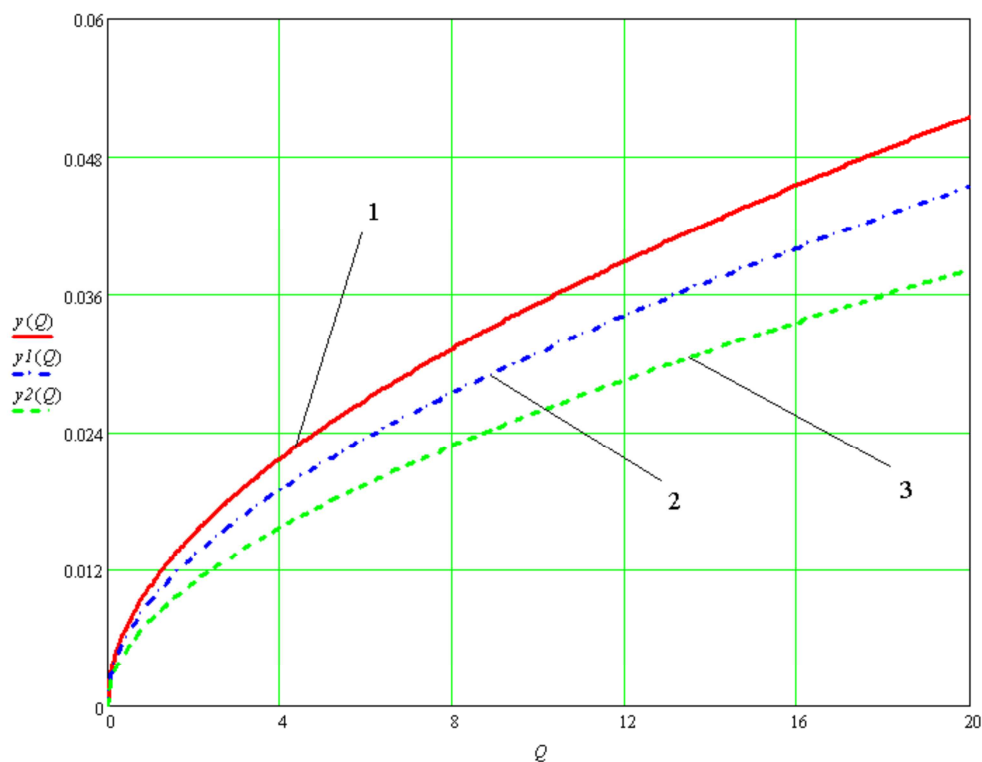
Решив квадратное уравнение получим величину прогиба при ударе

$$\delta_d = \delta_c \pm \sqrt{\delta_c^2 + 2H\delta_c} \quad (17)$$

Подставив значения величин из выражений (11) и (12), получим

$$\delta_d = \frac{Q \cdot l^3}{48EJ} - \sqrt{\left[\frac{Ql^3}{48EJ} \right]^2 + 2H \frac{Ql^3}{48EJ}} \quad (18)$$

Полученное выражение позволяет рассчитать прогиб на середине прутка под воздействием ударной нагрузки компонента картофельного вороха весом Q . При помощи программы Mathcad 14 построим график данной зависимости (рисунок 4).



высота падения компонента картофельного вороха 1 – $H=0,2$ м; 2 – $H=0,15$ м; 3 – $H=0,1$ м.

Рисунок 4 – Зависимость прогиба композиционного прутка при ударе от веса компонента картофельного вороха

Из рисунка видно, что увеличение высоты падения, а следовательно скорости соударения с прутком компонента картофельного вороха определяет величину прогиба композиционного прутка. Для исключения потерь клубней между прутками сепарирующего элеватора задавшись максимальной величиной прогиба $0,03$ м и весом компонента картофельного вороха было установлено, что прутки из композиционного материала должны иметь следующие параметры: модуль упругости $E =$

55000 МПа; диаметр композиционного прутка $d = 0,012$ м; максимальная высота подскока компонента картофельного вороха весом $Q = 15$ Н не должна превышать $H \leq 0,012$ м.

Выводы

Установлено, что угол отскока от элеватора почвенно-картофельного вороха напрямую влияет на скорость движения компонента картофельного вороха. Упругая система прутка элеватора, выведенная из равновесия ударом компонента картофельного вороха, придет в колебательное движение. При колебаниях помимо статических деформаций прибавляются динамические, зависящие от величины усилия удара. Таким образом, расчет композиционного прутка предполагает вычисление динамических составляющих к статическим деформациям. Для исключения потерь клубней между прутками сепарирующего элеватора задавшись максимальной величиной прогиба 0,03 м и весом компонента картофельного вороха было установлено, что прутки из композиционного материала должны иметь следующие параметры: модуль упругости $E = 55000$ МПа; диаметр композиционного прутка $d = 0,012$ м; максимальная высота подскока компонента картофельного вороха весом $Q = 15$ Н не должна превышать $H \leq 0,012$ м.

Литература

1. Беляев Н.М. Сопротивление материалов [Текст] / Н.М. Беляев // Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1976 . – стр. 608.
2. Бышов, Н.В. Принципы и методы расчета и проектирования рабочих органов картофелеуборочных машин [Текст] / Н.В. Бышов, А.А. Сорокин // монография. - Рязань, РГСХА, 1999. – 128 с.
3. Инновационные машинные технологии в картофелеводстве России [Текст] / Туболев С.С., Колчин Н.Н., Бышов Н.В., Успенский И.А., Рембалович Г.К. / Тракторы и сельхозмашины. 2012. - №10. – С. 3–5.
4. Новые технические решения сепарирующих органов картофелеуборочных машин / Б.А. Нефедов, Н.А. Костенко, Н.В. Бышов и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. –

№10(124). С. 346 – 365. – IDA [article ID]: 1241610018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/10/pdf/18.pdf>, 1,25 у.п.л.

5. Перспективные направления и технические средства для снижения повреждений клубней при машинной уборке картофеля [Текст] / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Рембалович Г.К., Селиванов В.Г. / Техника и оборудование для села. 2013. – №8. – С. 22–24.

6. Повышение эффективности функционирования картофелеуборочной техники путем модернизации сепарирующих рабочих органов [Текст] / Н.В. Бышов, И.А. Успенский, Г.К.Рембалович, А.А. Голиков / Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию ВНИИКХ. 2015.- С. 3-5.

7. Принципы и методы расчета и проектирования рабочих органов картофелеуборочных машин [Текст] / Н.В. Бышов, А.А. Сорокин, И.А. Успенский, С.Н. Борычев, К.Н. Дрожжин // учебное пособие. – Рязань, РГАТУ, 2005. – 284 с.

8. Результаты экспериментальных исследований процесса машинной уборки картофеля усовершенствованным копателем КТН-2В / Н.Н. Якутин, Н.В. Бышов, Г.К. Рембалович, Ю.В. Доронкин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 1052 – 1061. – IDA [article ID]: 0991405072. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/72.pdf>, 0,625 у.п.л.

9. Теоретические и практические основы применения современных сепарирующих устройств со встряхивателями в картофелеуборочных машинах / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №05(089). С. 866 – 876. – IDA [article ID]: 0891305058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/58.pdf>, 0,688 у.п.л.

10. Уменьшение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве (на примере картофеля) / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №06(120). С. 375 – 398. – IDA [article ID]: 1201606025. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/25.pdf>, 1,5 у.п.л.

11. Improvement of the working bodies of the harvesting machines by means of the use of composite materials [text] / N.S. Zhanov, N.V.Byshov, G.C. Rembalovich, M.Y. Kostenko / BIO Web of Conferences 17. 2020

References

1. Belyaev N.M. Soprotivlenie materialov [Tekst] / N.M. Belyaev // Glavnaya redakciya fiziko-matematicheskoy literatury izd-va «Nauka», 1976 . – str. 608.

2. Byshov, N.V. Principy i metody rascheta i proektirovaniya rabochih organov kartofeleuborochnyh mashin [Tekst] / N.V. Byshov, A.A. Sorokin // monografiya. - Ryzan', RGSKHA, 1999. – 128 s.

3. Innovacionnye mashinnye tekhnologii v kartofelevodstve Rossii [Tekst] / Tubolev S.S., Kolchin N.N., Byshov N.V., Uspenskiy I.A., Rembalovich G.K. / Traktory i sel'hozmashiny. 2012. - №10. – С. 3–5.

4. Novye tekhnicheskie resheniya separiruyushchih organov kartofeleuborochnyh mashin / B.A. Nefedov, N.A. Kostenko, N.V. Byshov i dr. // Politematicheskij setevoy

elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №10(124). S. 346 – 365. – IDA [article ID]: 1241610018. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/10/pdf/18.pdf>, 1,25 u.p.l.

5. Perspektivnye napravleniya i tekhnicheskie sredstva dlya snizheniya povrezhdenij klubnej pri mashinnoj uborke kartofelya [Tekst] / Byshov N.V., Borychev S.N., Uspenskij I.A., Rembalovich G.K., Selivanov V.G. / Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2013. – №8. – С. 22–24.

6. Povyshenie effektivnosti funkcionirovaniya kartofeleuborochnoj tekhniki putem modernizacii separiruyushchih rabochih organov [Tekst] / N.V. Byshov, I.A. Uspenskij, G.K. Rembalovich, A.A. Golikov / Sbornik nauchnyh trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 85-letiyu VNIKKH. 2015.- S. 3-5.

7. Principy i metody rascheta i proektirovaniya rabochih organov kartofeleuborochnyh mashin [Tekst] / N.V. Byshov, A.A. Sorokin, I.A. Uspenskij, S.N. Borychev, K.N. Drozhzhin // uchebnoe posobie. – Ryazan', RGATU, 2005. – 284 s.

8. Rezul'taty eksperimental'nyh issledovaniy processa mashinnoj uborki kartofelya usovershenstvovannym kopatelem KTN-2V / N.N. YAkutin, N.V. Byshov, G.K. Rembalovich, YU.V. Doronkin // Politematicheskij setевой elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №05(099). S. 1052 – 1061. – IDA [article ID]: 0991405072. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/72.pdf>, 0,625 u.p.l.

9. Teoreticheskie i prakticheskie osnovy primeneniya sovremennyh separiruyushchih ustrojstv so vstryahivatelyami v kartofeleuborochnyh mashinah / N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspenskij i dr. // Politematicheskij setевой elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №05(089). S. 866 – 876. – IDA [article ID]: 0891305058. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/58.pdf>, 0,688 u.p.l.

10. Umen'shenie energeticheskikh zatrat v sel'skohozyajstvennom proizvodstve (na primere kartofelya) / N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspenskij i dr. // Politematicheskij setевой elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №06(120). S. 375 – 398. – IDA [article ID]: 1201606025. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/25.pdf>, 1,5 u.p.l.

11. Improvement of the working bodies of the harvesting machines by means of the use of composite materials [text] / N.S. Zhbanov, N.V. Byshov, G.C. Rembalovich, M.Y. Kostenko / BIO Web of Conferences 17. 2020References