4. МОДЕРНИЗАЦИЯ КУЛЬТИВАТОРА ГРЕБНЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

4.1. Краткая техническая характеристика машины и обоснование модернизации

Для нормального развития картофеля необходимы следующие питательные элементы: азот, фосфор, калий, кальций, магний, железо, сера, бор, марганец и некоторые другие.

Каждый питательный элемент выполняет в жизни растений определенную функцию и недостаток одного из них нарушает нормальное развитие растений. Установлено, что во время цветения поглощается 75% требуемого азота, 66% калия и магния и 50% фосфора.

Азотное питание играет первостепенную роль в формировании высоких урожаев картофеля. Он входит в состав всех аминокислот, которые образуют сложную молекулу белка. Белковые вещества составляют основную массу протоплазмы клеток, они присутствуют в каждой живой клетке. Азот является составной частью нуклеиновых кислот и хлорофилла, входит в состав фосфатидов, глюкозидов и многих других органических соединений.

Эффективность минеральных удобрений зависит от способов их внесения. По характеру размещения минеральных удобрений в момент их внесения различают поверхностное и внутрипочвенное внесение. Преимущественно осуществляется комбинированными почвообрабатывающими машинами локальным способом либо путем сплошного перемешивания удобрений с определенным объемом почвы.

Применительно под картофель существует два способа внесения минеральных удобрений: разбросной с последующей вспашкой, дискованием, культивацией или боронованием и локальный – внесение удобрений на заданную глубину в виде ленты или гнезд. При рассеивании удобрений по поверхности поля достигается сильное перемешивание с почвой при последующих обработках, что приводит к нерациональному использованию удобрений и их перерасходу.

Более рационально используются удобрения при локальном внесении, поэтому нами предложена модернизация культиватора-гребнеобразователя, которая заключается в установке на культиватор-гребнеобразователь туковысевающих аппаратов с целью локального внесения азотных удобрений при нарезании гребней. Данная модернизация позволяет более рационально использовать удобрения, снизить их перерасход и повысить эффективность их использования, а также размещение удобрений локально ограничивает использование питательных веществ сорными растениями.

Названный способ характеризуется высоким качеством распределения питательных веществ в почве, поэтому для осуществления этого приема на машинах необходимо использовать более совершенные механические, пневматические, пневмомеханические высевающие аппараты.

Определенным образом влияет локальное внесение удобрений на формирование корневой системы растений, их питание, развитие и создание урожая.

Культиватор включает: раму, лапы окучники, опорно-приводные колёса, механизм привода туковысевающих аппаратов, подкормочные ножи, механические туковысевающие аппараты.

Рама трубчатая, сварная конструкция на которую навешиваются все узлы культиватора.

Цепная передача состоит из цепи и двух звёздочек, одна из которых установлена на опорно-приводном колесе, а вторая на приводном валу туковысевающих аппаратов.

Опорно-приводные колёса служат для регулировки величины заглубления активных рабочих органов при помощи винта.

Подкормочный нож представляет собой полую трубу, по которой подаются удобрения в нарезающийся гребень.

Туковысевающий аппарат механический катушечного типа предназначен для подачи удобрения в тукопроводы.

Техническая характеристика машины:

--культиватор гребнеобразователь предназначен для нарезания гребней с одновременным внесением в них минеральных удобрений и для ухода за гребневыми посадками картофеля;

--машина агрегатируется тракторами кл.1,4.

--ширина захвата 2,8 м;

--рабочая скорость 6-10 км/ч;

--транспортная скорость – 15 км/ч;

--доза внесения удобрений 100-1000 кг/га;

--неравномерность распределения удобрений до 5%;

--производительность час основного времени $W_ч$=2,4 га/ч;

-- производительность час эксплуатационного времени $W_э$=1,62 га/ч;

--рабочая ширина захвата $B_р$=2,8 м.

4.2 Описание модернизации.

С целью снижения эксплуатационных и материальных затрат предложена модернизация культиватора-гребнеобразователя. Модернизация предусматривает установку туковысевающих аппаратов и подкормочных ножей. Это позволит производить нарезку гребней с одновременным локальным внесением минеральных удобрений (в частности азотных) и исключить некоторые операции технологического процесса возделывания картофеля, а именно операций, связанных с внесение минеральных удобрений.

Установка туковысевающих аппаратов на раму культиватора-гребнеобразователя влечёт за собой установку приводной звёздочки на опорное колесо, применение натяжного устройства. Туковысевающий аппарат крепится к крепёжной плите которая в свою очередь крепится к раме при помощи стремянок.

4.3. Инженерный расчёт механизмов, узлов и деталей.

Прочностной расчёт конструкции

Основным элементом культиватора является рама. Она воспринимает основные нагрузки, действующие на культиватор. Поэтому произведём расчёт рамы на прочность, показанную на рисунке 6.

Представим исходные данные к расчёту: сила тяги $F_т$ равна произведению коэффициента загрузки двигателя на рабочем ходу на тяговый класс трактор, т. е. $F_т = 0{,}95 1{,}4 = 1{,}33$ кН; на раму действует равномерно распределённая нагрузка, q=1,9 кН/м (табл. 2.7 стр.52 /11/).

Исходя из этого, находим реакции опоры, зная, что сумма моментов относительно точки равна 0.

$$\sum M_A = 0; \quad B \cdot 3{,}44 + F_T \cdot 1{,}72 + q \cdot 0{,}38 \cdot 0{,}19 - q \cdot 3{,}82 \cdot 1{,}91 = 0$$

$$B = \frac{q \cdot 3{,}82 \cdot 1{,}91 - F_T \cdot 1{,}72 - q \cdot 0{,}38 \cdot 0{,}19}{3{,}44} = \frac{1{,}9 \cdot 3{,}82 \cdot 1{,}91 - 1{,}33 \cdot 1{,}72 - 1{,}9 \cdot 0{,}38 \cdot 0{,}19}{3{,}44} =$$

=3,32 кН

$$\sum M_B = 0; \quad A \cdot 3{,}44 + F_T \cdot 1{,}72 + q \cdot 0{,}38 \cdot 0{,}19 - q \cdot 3{,}82 \cdot 1{,}91 = 0$$

$$A = \frac{1{,}9 \cdot 3{,}82 \cdot 1{,}91 - 1{,}33 \cdot 1{,}72 - 1{,}9 \cdot 0{,}38 \cdot 0{,}19}{3{,}44} = 3{,}32 \text{ кН}$$

Зная реакции опор, строим эпюру изгибающих моментов:

$$M_{A.B} = -\frac{qa^2}{2} = -\frac{1{,}9 \cdot 0{,}38^2}{2} = -0{,}14 кНм$$

$$M_c = B \cdot 1{,}72 - q\frac{2{,}1^2}{2} = 3{,}32 \cdot 1{,}72 - 1{,}9\frac{2{,}1^2}{2} = 1{,}5 кНм$$

После построения эпюры изгибающих моментов находим момент сопротивления сечения показанного на рисунке 4.1.

Расчётная схема рамы.

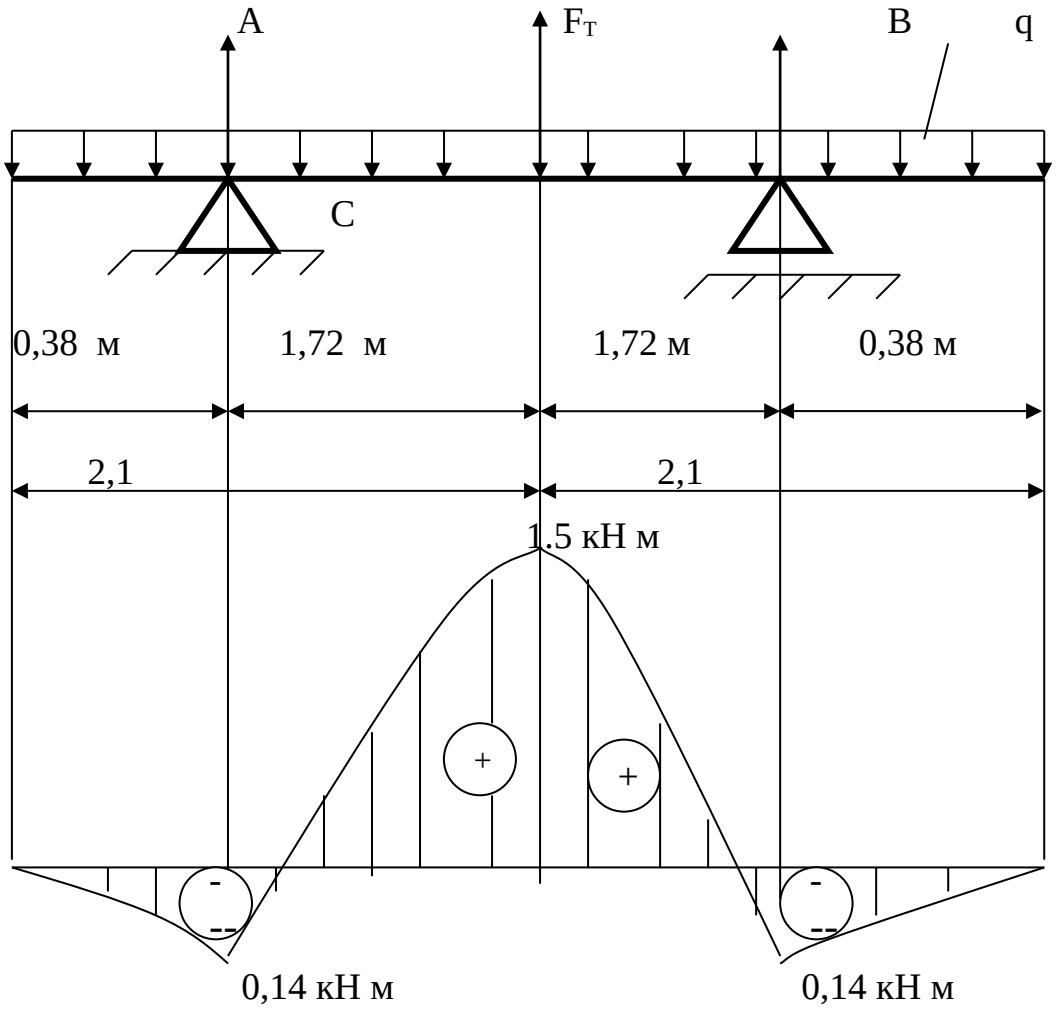


Рис. 4.1

Поперечное сечение рамы.

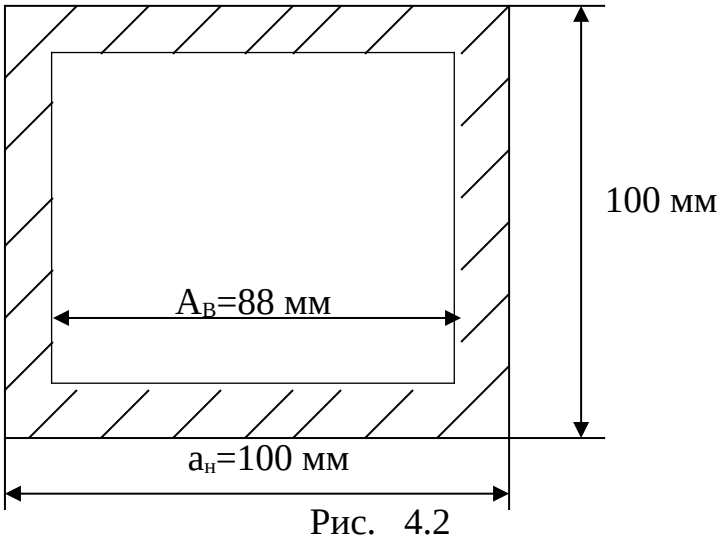


Рис. 4.2

Раз Меркучев И.Ю
Пров Игнатьев М.А

$$W_Z = \frac{a_H^3}{6} - \frac{a_B^3}{6} = \frac{100^3}{6} - \frac{88^3}{6} = 53088 \text{ мм}^3$$

Зная изгибающий момент и момент сопротивления сечения, находим допустимое напряжения:

$$\sigma = \frac{M_{мах} \cdot 10^5}{W_Z} = \frac{1{,}5 \cdot 10^5}{53088} = 2{,}8 Н / мм^2$$

Предельно допустимое напряжение [σ]≤5 Н/мм^2 [6]. Отсюда можно сделать вывод, что данные сечения обеспечат достаточную прочность.

Расчёт привода высевающего аппарата.

Привод высевающих аппаратов культиватора гребнеобразователя осуществляется через опорно-приводные колёса, через цепную передачу и блоки сменных звёздочек. Определяем мощность, которую может передавать роликово-втулочная цепь с шагом P=15.875 мм, ширина B=13.28 мм. Число зубьев звёздочек приводной Z_1=23 и Z_2=18. Скорость движения сажалки V=4…10 км/ч.

Определяем частоту вращения ведущей звёздочки:

$$n_1 = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}; \qquad (4.1)$$

где ω—угловая скорость звёздочки , рад/с

$$\omega = \frac{V}{r}; \qquad (4.2)$$

где V—линейная скорость движения колеса , м/с

r—радиус колеса , м

$\omega = \frac{1{,}11 \ldots 2{,}77}{0{,}34} = 3{,}26 \ldots 8{,}14$ рад/с ;

$n1 = \frac{30 \cdot (3{,}26 \ldots 8{,}14)}{3{,}14} = 31{,}14 \ldots 77{,}7$ об/мин ;

Определяем скорость цепи:

$$V = \frac{Z_1 P_{n1}}{60 \cdot 1000}; \qquad (4.3)$$

$V = \frac{23 \cdot 15{,}875 \cdot (31{,}14 \ldots 77{,}7)}{60 \cdot 1000} = 0{,}189 \ldots 0{,}47$ м/с ;

Определяем допустимую мощность из формулы:

$$N = \frac{BP\sqrt[3]{V^2}}{250 K_э} \qquad (4.4)$$

где Кэ—коэффициент учитывающий условия эксплуатации;

$$Кэ = K_д K_а K_н K_{рег} K_{см} K_{реж}; \qquad (4.5)$$

где $K_д$—коэффициент, учитывающий динамичность нагрузки;

$K_д = 1$ стр.269/6/

$K_а$—коэффициент учитывающий длину цепи;

$K_а = 1$ стр.269/6/

$K_н$—коэффициент, учитывающий наклон передачи;

$K_н = 1.25$ стр.269/6/

$K_{рег}$—коэффициент учитывающий регулировку передачи;

$K_{рег}$=1.1 стр.269/6/

$K_{см}$—коэффициент учитывающий характер смазки;

$K_{см}$=1.5 стр.269/6/

$K_{реж}$-- коэффициент учитывающий режим работы;

$K_{реж}$=1 стр.269/6/

$K_э$=1·1 · 1,25·1,1·1,5·1=2,06 ;

$$N=\frac{13,28 \cdot 15,875\sqrt[3]{(0,189...0,47)^2}}{250 \cdot 2,06}=0,135…0,25 \text{ кВт};$$

Полезное рабочее усилие передаваемое цепью:

$$Ft=\frac{1000 \cdot N}{V}; \qquad (4.6)$$

$$Ft=\frac{1000 \cdot (0,135...0,25)}{0,189...0,47}=715…532 \text{ Н};$$

В дальнейших расчётах принимаем максимальное усилие передаваемое цепью.

Давление в шарнирах цепи:

$$q_t=\frac{F_t K}{A}, \qquad (4.7)$$

где А—проекция опорной поверхности шарнира;

$$A=3B_d; \qquad (4.8)$$

где d—диаметр шарнира, мм

d=5,08 мм стр.261 таб.11.8 /6/

A=313,285,08=202,4 мм ;

$qt=\frac{715 \cdot 2,06}{202,4}=7,27$ Н/мм^2

Допустимое значение давления в шарнирах [q_o] для втулочно-роликовых цепей составляет:

[q_o]=34,3 Н/мм^2 стр.260 табл.11.7 /6/

Натяжение от центробежных сил:

$$S_v=qV^2 ; \qquad (4.9)$$

где q—удельный вес цепи, кг/м

q=0,96 кг/м

S_v=0,960,1899,8=1,78 Н ;

Натяжение от провисания цепи:

$$S_q=K_fqag; \qquad (4.10)$$

где K_f—коэффициент, зависящий от положения межосевой линии;

K_f=2 стр.262 /6/

S_q=20,960,459,8=8,46 Н ;

Расчётный коэффициент безопасности:

$$s=\frac{Q}{KF_t+S_v+S_q}; \qquad (4.11)$$

$s=\frac{7000}{1 \cdot 715+1,78+8,46}=9,65$;

Допустимый коэффициент безопасности стр.263 табл.11.11 /6/:

[s]=7

Необходимое условие соблюдается s≥[s].

Из приведённых расчётов видно, что для привода высевающих аппаратов от приводного колеса на промежуточный вал можно применять роликово-втулочную цепь с шагом цепи 15,875 мм, для работы на агротехнических скоростях.

Расчёт вала привода туковысевающих аппаратов

Для расчёта вала определяем нагрузку на вал при Кв=1,05 стр.263 табл.11.10 /6/

$$S_в = K_в F_t; \quad (4.12)$$

$S_в = 1{,}05 \cdot 715 = 750$ Н ;

Определяем крутящий момент передаваемый валом:

$$M = 9550 \frac{N}{n}; \quad (4.13)$$

где n—частота вращения промежуточного вала, об/мин

$$n = \frac{n_1}{U}; \quad (4.14)$$

где U—передаточное отношение в цепной передаче;

$$U = \frac{Z_2}{Z_1}; \quad (4.15)$$

$U = \frac{23}{18} = 0{,}78$;

$n=\frac{31,14}{0,78}$ =39,9 рад/с ;

$M=9550\frac{0,135}{39,9}$ =32,3 Н/м ;

Чтобы произвести расчёт вала определяем силу действующую в цепной передаче передаваемой вращение на звёздочки высевающих аппаратов. Усилие определяем по формуле:

$$F=\frac{2M}{d}; \qquad (4.16)$$

где d—делительный диаметр ведомой звёздочки, м

$$d=\frac{p}{\sin(\frac{180}{Z})}; \qquad (4.17)$$

$d=\frac{15,875}{\sin(\frac{180}{25})}$ =127 мм ;

$F=\frac{2\cdot 32,3}{0,127}$ =765 Н ;

Расчёт объёма технологической емкости.

Исходя из длины гона (L=1200 м) и нормы внесения удобрения ($Q_н$=260 т/га) определяем объём технологической емкости, необходимой для движения агрегата без остановок для дозаправки от одного края поля к другому.

Исходя их формулы:

$$S=\frac{8500W_я}{Q_н B_р}, \qquad (4.18)$$

где S—длина технологического пути (путь на протяжении которого опорожняются ящики), м, для расчётов принимаем S=L;

$V_я$—вместимость туковых ящиков, $м^3$;

$B_р$—рабочая ширина захвата, м, $B_р$=2,8 м;

$Q_н$—норма внесения удобрений, кг/га, $Q_н$=260 кг/га;

определяем вместимость туковых ящиков:

$$W_я = \frac{SQ_н B_р}{8500} = \frac{1200 \cdot 260 \cdot 2,8}{8500} = 102,8 \text{ кг}$$

Тогда вместимость одного тукового ящика:

$$W_{я1} = \frac{W_я}{n}, \qquad (4.19)$$

где n—количество туковых ящиков, шт;

n=5 шт.

$$W_{я1} = \frac{102,8}{5} = 20,56 \text{ кг}$$

Объём одного тукового ящика определяем по формуле:

$$V_1 = \frac{W_{я1}}{\gamma}, \qquad (4.20)$$

где γ—плотность минеральных удобрений, $т/м^3$;

γ=0,82 стр. 210. табл. 6.1 /7/.

$$V_1 = \frac{0,02056}{0,82} = 0,025 \text{ м}^3$$