

Литература

1. Украина в цифрах: стат. сб. за 2014 г. / Под ред. И.М. Жук / Государственная служба статистики. – Киев, 2015. – 239 с.
2. Универсальный солдат: краткая история марки UNIMOG // Офф-роуд драйв [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.off-road-drive.ru/archive/14/Universalnyu_soldat. – Дата доступа: 02.05.2016.
3. Автомобильные посевные комплексы «AGRATOR-8500 АВТО», «AGRATOR-9800 АВТО» // Производственная компания «Агромастер» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pk-agromaster.ru/9800a>. – Дата доступа: 02.05.2016.
4. Amag AG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.a-mag.eu>. – Дата доступа: 02.05.2016.
5. КрАЗ-6322 // ПАТ «АвтоКрАЗ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autokraz.com.ua/index.php/uk/produksiya/automobile/civil/shassi/item/1419-kraz-6322>. – Дата доступа: 02.05.2016.

УДК 631.362.35:635.21

Д.И. Комлач, А.С. Воробей
*(РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*
В.Б. Ловкис
*(УО «БГАТУ»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

**ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ
КОНИЧЕСКОГО РОТОРА
КУЛЬТИВАТОРА ГРЯДОВОГО
КГ-1 ДЛЯ УХОДА ЗА
ПОСАДКАМИ РАСТЕНИЙ
КАРТОФЕЛЯ И ТОПИНАМБУРА**

Введение

Картофель, наряду с хлебом, является одним из основных продуктов питания, а среди овощных культур, бесспорно, занимает лидирующее положение. Он используется на продовольственные, кормовые и технические цели и имеет большое агротехническое значение, будучи прекрасным предшественником для зерновых культур.

При возделывании топинамбура и картофеля на грядах лучше решаются вопросы регулирования водно-воздушного режима, борьбы с сорняками, локального внесения органических и минеральных удобрений, комбайновой уборки, эффективного использования на технологических операциях современных тракторов.

Грядовая технология возделывания более адаптирована к неблагоприятным воздействиям окружающей среды [1]. В условиях избыточного увлажнения на грядах меньше опасность повреждения клубней в результате удушья, поскольку гнездо находится выше дна борозды, к тому же гряды меньше размываются ливневыми осадками. А в условиях засухи или в периоды высоких температур воздуха массивная гряда меньше перегревается и пересыхает. Важно также, что при использовании грядовой технологии значительно снижается опасность повреждения зоны расположения клубней, что благоприятно сказывается на качестве механизированной уборки. При этом в разы меньше поврежденных клубней в ворохе и засоренность вороха земель.

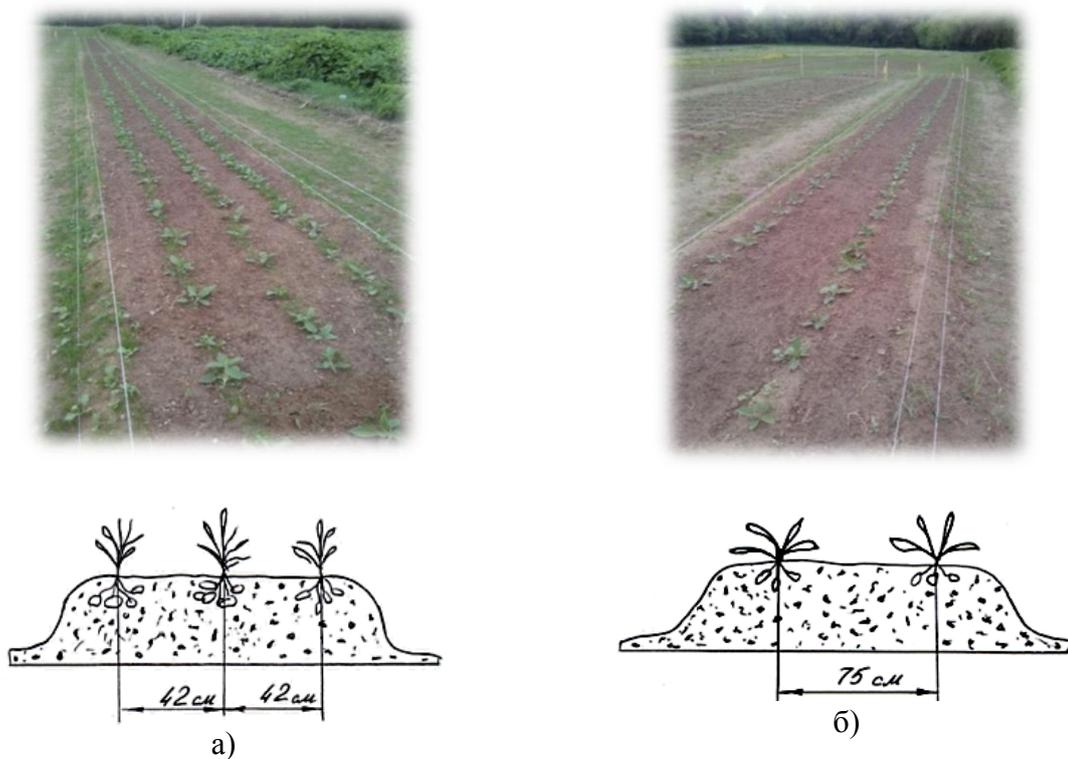
Использование грядового метода позволяет увеличить мощность корнеобитаемого слоя и снизить уплотнение почвы, способствует развитию корневой системы и формированию большего урожая. Применяется для улучшения водно-воздушного и теплового режимов почвы на полях с равнинным рельефом, в основном на тяжелых по механическому составу почвах [2].

Междурядная обработка посадок топинамбура и картофеля – важный агротехнический комплекс мероприятий, направленный на создание рыхлого слоя

почвы в междурядьях, обеспечение свободного доступа воздуха к клубням, улучшение их возделывания и питательных режимов, уничтожение сорняков, сохранение и накопление влаги, усиление жизнедеятельности полезных микроорганизмов почвы для поддержания оптимальных условий роста и развития растений в течение всего периода вегетации. В отличие от других культур и у топинамбура, и у картофеля долго длится довсходовый период – от 15 до 25 дней. За это время нередко выпадают дожди, почва уплотняется, в связи с чем ухудшается доступ кислорода и тепла к клубням; все это требует создания рыхлого слоя почвы не только на вершине гряды, но и на склонах в междурядьях.

Основная часть

Внедрение новой технологии возделывания картофеля и топинамбура на грядах является актуальной задачей как в Республике Беларусь и Российской Федерации, так и в других странах. Эта технология (рисунок 1 а, б) включает два способа: первый способ – одна гряда, три рядка с шириной междурядья 42 см, второй способ – 1 гряда, 2 рядка с шириной междурядья 75 см.



а) трехрядковая с междурядьем 42 см; б) двухрядковая с междурядьем 75 см

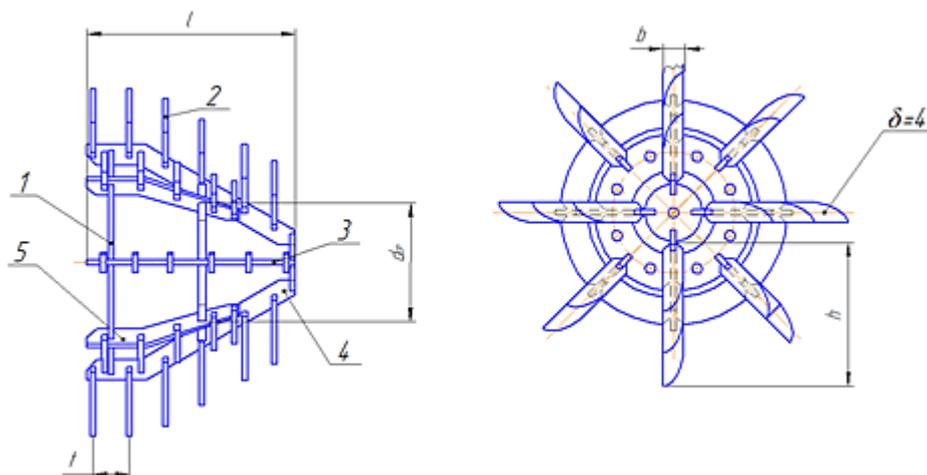
Рисунок 1. – Схемы посадки картофеля и топинамбура на грядах [3]

Для данной технологии в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработан культиватор грядковый КГ-1 с рабочим органом в виде конического ротора с ложечкообразными зубьями. Произведем прочностной расчет данного рабочего органа.

Для этого шаг ложечкообразного зуба конического ротора выбираем исходя из агротехнических требований для междурядной обработки почвы [4].

$$t = 100 \text{ мм.}$$

Исходя из рисунка 2, произведем прочностной расчет рабочего конического ротора с ложечкообразными зубьями.



1 – рама; 2 – ложечкообразный зуб; 3 – основание конического ротора;
4 – спираль основная; 5 – спираль вспомогательная

Рисунок 2. – Общий вид конического ротора с ложечкообразными зубьями

Суммарную нагрузку на один конический ротор одной секции культиватора грядового определим по формуле:

$$F = g \cdot l, \quad (1)$$

где g – удельное сопротивление конического ротора, $g = 1000\text{--}1100 \text{ Н/м}$ [1];
 l – ширина конического ротора, мм.

Принимаем $l = 200 \text{ мм}$.

Подставив численные значения в формулу (1), получим:

$$F = 1100 \cdot 0,2 = 220 \text{ Н}.$$

Нагрузка, приходящаяся на один ложечкообразный зуб конического ротора, рассчитывается по формуле:

$$F_i = \frac{F}{z}, \text{ Н},$$

где z – число ложечкообразных зубьев конического ротора.

$$F_i = \frac{220}{5} = 44 \text{ Н}.$$

Напряжение изгиба, возникающее у основания ложечкообразного зуба конического ротора, определим по формуле:

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W_z} = \frac{F_i \cdot h \cdot 6}{\delta \cdot b^2}, \text{ МПа},$$

где M_u – момент изгиба, МПа;

W_z – число ложечкообразных зубьев, шт;

h – высота ложечкообразного зуба, $h = 85 \text{ мм}$;

δ – толщина ложечкообразного зуба, $\delta = 4 \text{ мм}$;

b – ширина ложечкообразного зуба, $b = 25 \text{ мм}$.

Тогда напряжение изгиба ложечкообразного зуба в опасном сечении

$$\sigma_u = \frac{44 \cdot 85 \cdot 6}{4 \cdot 25^2} = 8,98 \text{ МПа}.$$

Ложечкообразный зуб конического ротора изготавливается из стали 35. Допускаемое напряжение изгиба для стали этой марки рассчитаем по формуле:

$$[\sigma_u] = \frac{\sigma_t}{n}, \text{ МПа},$$

где $\sigma_t = 460 \text{ МПа}$ – предел текучести стали 35;

n – коэффициент запаса. Принимаем $n = 2$ [4].

$$[\sigma_u] = \frac{460}{2} = 230 \text{ МПа.}$$

Ложечкообразные зубья к коническому ротору привариваются ручной сваркой электродом Э 42 с катетом шва $k = 4 \text{ мм}$ [3].

Напряжение среза, возникающее в ручном шве, рассчитаем по формуле:

$$\tau_{cp} = \frac{F_i}{z \cdot 0,7k \cdot l}, \text{ МПа,} \quad (2)$$

где z – число швов, $z = 2$;

k – катет шва, $k = 4 \text{ мм}$;

l – длина шва, $l = 10 \text{ мм}$.

Тогда напряжение изгиба в опасном сечении ложечкообразного зуба

$$\sigma_u = \frac{55 \cdot 85 \cdot 6}{4 \cdot 25^2} = 11,22 \text{ МПа.}$$

Условие прочности сварного шва будет обеспечено, если

$$\tau_{cp} = \frac{55}{2 \cdot 0,7 \cdot 4 \cdot 10} = \frac{55}{56} = 0,98 \text{ МПа} \leq [\tau_{cp}]',$$

где $[\tau_{cp}]' = 0,6[\tau_{cp}]$ – допускаемые напряжения для сварного шва.

$$[\tau_{cp}]' = 0,6 \cdot 230 = 138 \text{ МПа.}$$

Допускаемые напряжения на растяжение для свариваемого материала

$$[\sigma_p] = [\sigma_u].$$

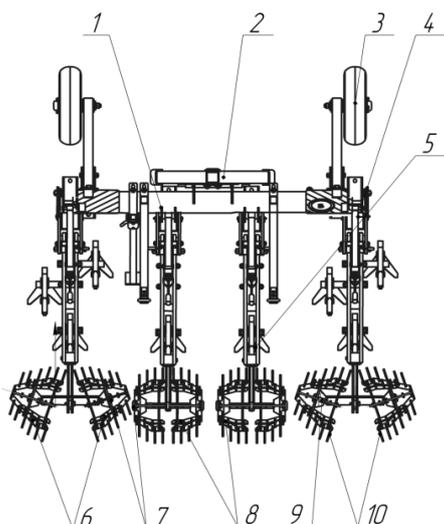
Подставив численные значения в формулу (2), определим напряжения среза в шве и сравним их с допускаемыми напряжениями для сварного шва.

Прочностные расчеты показывают, что в разработанной конструкции обеспечивается достаточная прочность сварных соединений зубьев со спиралевидным основанием конического ротора при действии на них изгибающих моментов и сил как со стороны спиралевидного основания, так и со стороны почвы в ходе выполнения технологического процесса, что в итоге обеспечивает долговечность работы (износ) конического ротора на период эксплуатации культиватора.

Схема расположения ложечкообразных зубьев на конических роторах по спирали с направлением навивки спирали от периферии к основанию ротора обеспечивает полное рыхление почвы и уничтожение сорняков. Установка конических роторов в горизонтальной плоскости относительно продольной оси борозды позволяет формировать гряду необходимого профиля и высоты в соответствии с почвенными условиями, обеспечивая верхнюю часть гряды рыхлой почвой путем перемещения почвы ложечкообразными зубьями конических роторов со дна борозды на гряду. Изготовление ложечкообразных зубьев с вершиной зуба по эпициклоиде в передней части вершины зуба по направлению вращения ротора предотвращает выброс почвы вершиной зуба ротора и снижает энергоемкость процесса.

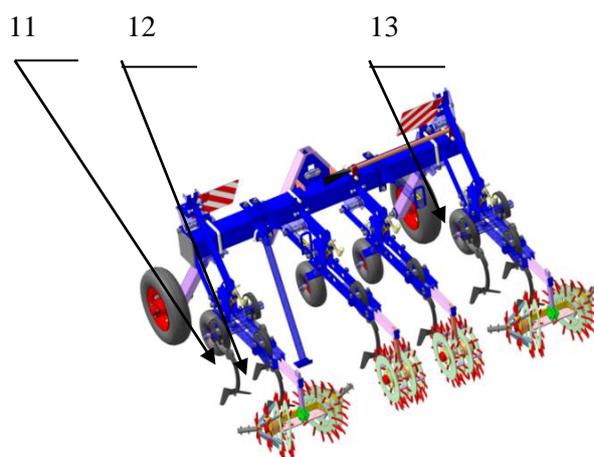
Разработанный в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» на основании конструктивного и прочностного расчетов культиватор грядовый КГ-1 для ухода за посадками растений картофеля и топинамбура на грядах состоит (рисунки 3 и 4) из рамы 1, изготовленной в виде бруса из трубы прямоугольного сечения с элементами быстро соединяющего сцепного устройства, навески 2, хода колесного 3, выполненного пневматическим и удерживающего раму культиватора на определенной высоте над поверхностью почвы во время работы, двух крайних секций 4, двух центральных секций 5, двух спиралевидных конических роторов 6, двух цилиндрических роторов 7, ложечкообразных зубьев 8, основной оси конического

ротора 9, подшипников ротора 10, восьми S-образных стоек 11, восьми стрелчатых лап 12, четырех опорно-регулирующих колес 13.



- 1 – рама; 2 – навеска; 3 – ход колесный;
 4 – две крайних секции; 5 – две центральных секции;
 6 – два спиралевидных конических ротора; 7 – два цилиндрических ротора;
 8 – ложечкообразные зубья; 9 – две основных оси конического ротора;
 10 – подшипники ротора

Рисунок 3. – Схема культиватора грядового КГ-1



- 11 – S-образные стойки;
 12 – стрелчатые лапы;
 13 – опорно-регулирующее колесо

Рисунок 4. – Общий вид культиватора грядового КГ-1

Заключение

Применение культиватора грядового КГ-1 позволит производить качественный уход за посадками топинамбура и картофеля, так как рабочие органы культиватора не повреждают и не извлекают клубни из почвы, равномерно окучивают посадки, полностью разрушают поверхностную корку почвы и гарантируют удаление всех сорных растений. Использование КГ-1 также обеспечивает защиту всходов и не допускает их засыпания почвой. Большое значение для пользователей данной техники имеет возможность точного регулирования глубины обработки.

25.08.2016

Литература

1. О комплексной программе Союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура» на 2013–2016 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 18 июля 2012 г. № 16: офиц. изд. – Минск, 2013.
2. Дашков, В.Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства / В.Н. Дашков. – Минск: БГАТУ, 2003. – 183 с.
3. Голдыбан, В.В. Особенности культуры и перспективы возделывания топинамбура в Республике Беларусь / В.В. Голдыбан, Д.И. Комлач // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 3 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2014. – Т. 1. – С. 62–67.
4. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины / Г.Д. Петров. – Москва: Машиностроение, 1984. – 279 с.