

Обоснование технологического процесса пропашного культиватора с рабочими органами комбинированного типа

А.Б. Калинин, д.т.н., профессор, И.З. Теплинский, к.т.н., профессор, В.А. Ружьев, к.т.н., Е.А. Криштанов, к.т.н., Ю.И. Смирнова, аспирант, ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГАУ; В.И. Миркитанов, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Оренбургский ГУ

При возделывании картофеля одним из важнейших факторов получения гарантированного урожая с заданными показателями качества продукции является создание наиболее благоприятных условий для роста и развития растений в течение всего периода вегетации. Одним из таких факторов является температурный режим почвы в зоне залегания основной массы корневой системы картофеля. Для данной культуры диапазон температур почвы в зоне клубнеобразования, при котором обеспечиваются наиболее благоприятные условия, лежит в пределах 17–20°C. Температурный режим почвы определяется последовательностью теплообмена в системе: приземный слой воздуха – растение –

почва. В свою очередь состояние почвы влияет на процессы теплопереноса, теплоаккумуляции и теплорассеивания, т.е. на процессы поглощения тепла, способности удерживать тепло и передачи тепловой энергии внутри почвенного горизонта [1, 2].

Качество междурядной обработки почвы – это аккумулирующий показатель факторов агротехнологического и агротехнического характера. Принято, что среди известных факторов, которые в различной степени влияют на качество междурядной обработки почвы, можно выделить основные, перечисленные ниже: физико-механический состав и технологические свойства обрабатываемого участка поля по глубине; схмотехническое решение пропашного культиватора и технологические регулировки его рабочих органов; поступательная скорость движения машинно-тракторного агрегата, а также показатели стабильности хода всего агрегата [3].

Материал и методы исследования. Учитывая современное развитие агропромышленного производства и применения для механической защиты растений преимущественно технических систем для дифференцированной обработки почвы, проведённое теоретическое исследование позволило с помощью современных автоматизированных систем проектирования разработать конструктивно-технологическую схему пропашного культиватора с оптимизированными конструкционными параметрами комбинированных рабочих органов, который можно использовать для обработки посадок картофеля, возделываемого на гребнях, при комплексной механической защите растений (рис. 1) [4, 5].

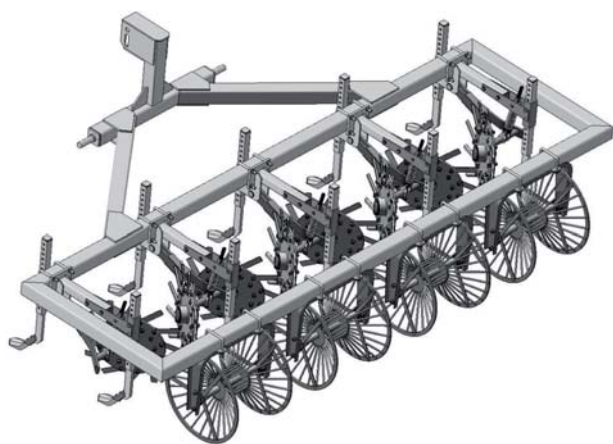


Рис. 1 – Общий вид разработанной модели пропашного культиватора

Результаты исследования. На раме 1 пропашного культиватора-гребнеобразователя последовательно прикреплены рабочие органы, работа которых на рисунке 2 отмечена зонами А, В, С, D последовательного выполнения технологических операций: рыхления дна борозды; рыхления стенок гребня; рыхления междурядий; гребнеобразования.

Рыхлительные долотообразные лапы 3 состоят из стойки и ножа. На стойке выполнены отверстия для простой регулировки глубины обработки (до 20 см) (рис. 3). Нижняя часть лапы конструктивно выполнена изогнутой вперёд по направлению движения культиватора и имеет площадку для крепления съёмного ножа, изготовленного из твёрдых сплавов, с нанесёнными на него упрочняющими покрытиями [6, 7].

Крепление рабочих органов на прямой жёсткой стойке позволяет устранять уплотнение почвы, созданное колёсами картофелепосадочной машины, за счёт рыхления дна борозды на глубину до 18 см. Прямая стойка крепления рыхлительных лап и значительная глубина обработки исключают вынос переуплотнённых комков почвы на поверхность гребней. В то же время выполнение обработки почвы в период её физической спелости требует более низких затрат энергии на крошение обрабатываемого слоя.

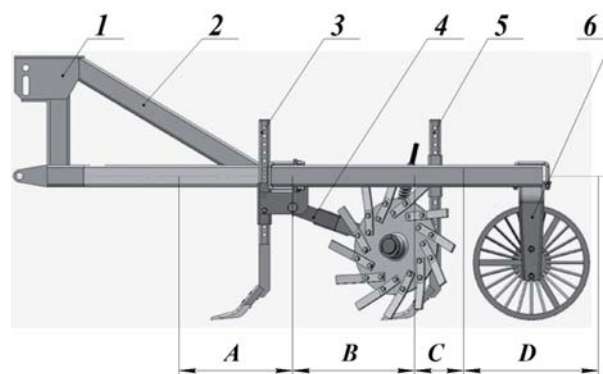


Рис. 2 – Технологическая схема разработанного пропашного культиватора-гребнеобразователя: 1 – рама, включающая навесное устройство 2; 3 – рыхлительная лапа; 4 – секция ротационного рыхлителя; 5 – рыхлительная лапа; 6 – прутковый диаболический каток-гребнеобразователь; А – зона рыхления дна борозды; В – зона рыхления стенок гребня; С – зона рыхления междурядий; D – зона гребнеобразования

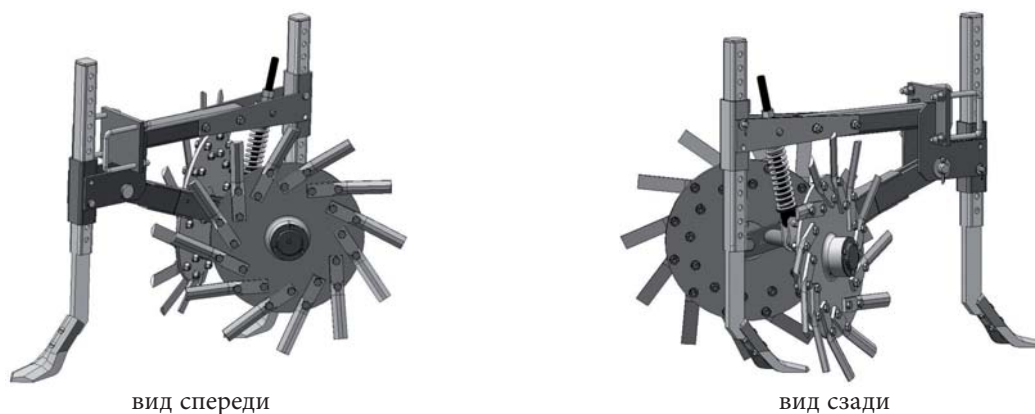
Конструкция ротационного рыхлителя 4, состоящая из правого и левого дисков, на которых крепятся по 12 шт. изогнутых ножей на каждом, предназначена для лучшего рыхления стенок гребня. Ротационный рыхлитель также имеет механизм регулирования глубины обработки – с помощью кронштейна и пружины сжатия.

Зона С также предназначена для рыхления междурядий на заданную глубину. Глубина обработки рыхлительных лап 5 определяется в зависимости от высоты и полноты образования гребней. Чем больше гребень необходим, тем необходимо большим является заглубление рыхлительной лапы.

Гребнеобразующий модуль в виде пассивного диаболического пруткового катка 6 окончательно формирует гребни, а прутки катка, перекатываясь по гребню, упрочняют его поверхность (рис. 4).

Таким образом, во время проведения междурядной обработки посадок картофеля происходит формирование гребней из рыхлой почвы, структура которой обеспечивает создание стабильного температурного режима в слое клубнеобразования, формируя благоприятные условия для роста и развития растений, а также позволяет минимизировать затраты на сепарацию вороха во время уборочных работ [8].

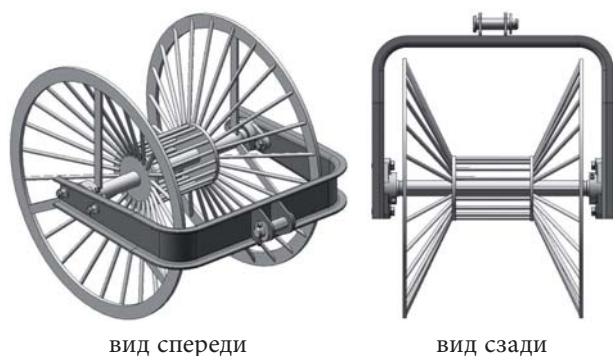
Отсутствие в разработанной сельскохозяйственной машине приводимых от вала отбора мощности трактора устройств существенно понижает показатели энергоёмкости пропашного культиватора и снижает удельный расход топливно-смазочных материалов во время выполнения технологической операции. При таком схмотехническом решении пропашного культиватора обеспечивается заданная глубина хода его рабочих органов. Более того, каждый рабочий орган по отдельности эффективно выполняет не одну, а несколько технологических функций: рыхлительные лапы на вертикальной жёсткой стойке, оборудованные съёмными ножами, имеющими упрочняющее покрытие, раздви-



вид спереди

вид сзади

Рис. 3 – Расстановка рыхлительных рабочих органов разработанного пропашного культиватора



вид спереди

вид сзади

Рис. 4 – Гребнеобразующий модуль в виде пассивного диаболоческого пруткового катка

гают почвенный пласт на заданной регулируемой глубине, обеспечивают заглубление вследидущих рабочих органов; ротационные рыхлители, приводимые в действие от контакта с поверхностью поля, благодаря отогнутым от основной плоскости ножам образуют тарельчатую форму на диске, к которому крепятся болтовым соединением, интенсивно рыхлят почву в междурядьях, перемещивая и сдвигая её в сторону гребней, исключая повреждение клубней при окучивании; отлично вычёсывают сорняки. Почва междурядий готова для внесения внескорневых удобрений.

Прутковый каток, имеющий шарнирное соединение с рамой, перекачиваясь вдоль гребня, выравнивает их поверхность и производит дополнительное крошение комков. Прутки диаболоческого катка при контакте с почвой делают с определённым шагом локальные уплотнения на поверхности гребня по всему его периметру, формируя прочный каркас, удерживающий его от разрушения под действием погодных факторов. Такой каток способен работать на почвах с различным механическим составом в период их физической спелости. Рыхлая поверхность гребней, прикатанных прутковыми катками, впитывает влагу по всему периметру, минимизируя сток дождевой или поливной влаги в междурядья. Это позволяет растениям более полно использовать водные ресурсы, исключая пересыхание почвы в сухие периоды и её переувлажнение при выпадении обильных осадков.

Выводы. Получено техническое решение заявленной задачи – универсальный пропашной культиватор-гребнеобразователь, применение которого снижает энергоёмкость во время эксплуатации. Конструкция культиватора-гребнеобразователя проста в изготовлении, сборке/разборке.

Использование разработанного пропашного культиватора-гребнеобразователя повышает эффективность обработки междурядий и почвы, предназначенной для формирования гребней, увеличивает высоту формируемых гребней, уменьшает травмирование корнеклубнеплодов в гребнях, улучшает водно-воздушный режим почвы в слое клубнеобразования, повышает надёжность выполнения технологического процесса.

Литература

1. Kalinin A.B., Ruzhnev V.A., Smirnova Yu.I., Teplinsky I.Z. Methods and means of monitoring and controlling of the operation mode of adapter for soil surface consolidation // Journal of Fundamental and Applied Sciences. 2018. 10(5S). P. 1258–1268.
2. Калинин А.Б., Теплинский И.З., Смелик О.В. Реологическая модель почвы как объекта формирования требуемой плотности в заданном слое // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2012. № 29. С. 248–255.
3. Калинин А.Б., Теплинский И.З., Кудрявцев П.П. Выбор и обоснование рабочих органов и схемы их размещения на секции пропашного культиватора для минимизации экологических рисков при возделывании картофеля // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016. № 43. С. 327–330.
4. Пат. 2375856. Российская Федерация, МПК А 01 В 13/02 (2006.01) Культиватор-гребнеобразователь КГП4 почвоприводной / С.С. Туболев, М.С. Туболев, С.И. Шеломенцев; патентообладатель ЗАО «КОЛНАГ». № 2008128282/12; заявл. 14.07.2008; опубл. 20.12.2009; Бюл. № 35.
5. Ружнев В.А. Компьютерное моделирование при проектировании сельскохозяйственных машин // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2012. № 26. С. 356–360.
6. Ожегов Н.М., Ружнев В.А. Обеспечение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин // Сельский механизатор. 2015. № 5. С. 36–38.
7. Ожегов Н.М. Формирование поверхностной прочности рабочих органов почвообрабатывающих машин в области наибольшей интенсивности трения Н.М. Ожегов, В.А. Ружнев, Д.А. Капошко [и др.] // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2014. № 35. С. 270–276.
8. Калинин А.Б. Формирование заданных параметров почвенного состояния с помощью управляемых активных катков при создании профилированных поверхностей для возделывания овощей и картофеля / А.Б. Калинин, В.А. Смелик, И.З. Теплинский [и др.] // Slovak International Scientific Journal. 2017. № 6. С. 74–78.