

УДК 630.232.32

UDC 630.232.32

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВЫКОПОЧНОЙ СКОБЫ ДЛЯ САЖЕНЦЕВ

Коновалов Алексей Геннадьевич
студент факультета механизации
e-mail: kanovil@mail.ru

Коновалов Владимир Иванович
доцент кафедры «Процессы и машины в агробизнесе»
SPIN-код 4413-4190, ABH-7546-2020
e-mail: konovalov.v.i@mail.ru
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

В последние годы посадочный материал для садов завозился из зарубежья, однако для обеспечения продовольственной безопасности страны необходимо развивать отечественное семеноводство и выращивание саженцев. При этом наиболее трудоемким процессом является выкопка сеянцев для их дальнейшего разведения. В статье представлен анализ конструкций промышленных образцов агрегатов для технологического процесса выкопки саженцев. В ходе анализа выявлены основные конструктивные решения совершенствования технологического процесса выкопки посадочного материала. На основании полученных результатов разработана конструктивно-технологическая схема выкопочной скобы, которая позволит повысить производительность, снизить энергоемкость процесса и повысить качество выполнения технологической операции выкопки саженцев

Ключевые слова: ВЫКОПОЧНАЯ МАШИНА, ВЫКОПОЧНАЯ СКОБА, САЖЕНЦЫ, КАЧЕСТВО ВЫКОПКИ, ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-188-004>

DEVELOPMENT OF A CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF A DIGGING BRACKET FOR SEEDLINGS

Konovalov Alexey Gennadievich
student of mechanization faculty
e-mail: kanovil@mail.ru

Konovalov Vladimir Ivanovich
associate professor of the Department of Processes and machines in agribusiness
RSCI SPIN-code 4413-4190, ABH-7546-2020
e-mail: konovalov.v.i@mail.ru
FSBEI HE Kuban SAU, Krasnodar, Russia

In recent years, planting material for gardens has been imported from abroad, but in order to ensure the country's food security, it is necessary to develop domestic seed production and growing seedlings. At the same time, the most time-consuming process is the digging of seedlings for their further breeding. The article presents an analysis of the designs of industrial samples of units for the technological process of digging seedlings. The analysis revealed the main design solutions for improving the technological process of digging planting material. On the basis of the obtained results, we have developed a constructive-technological scheme of the digging bracket, which will increase productivity, reduce the energy intensity of the process and improve the quality of the technological operation of digging seedlings

Keywords: DIGGING MACHINE, DIGGING BRACKET, SEEDLINGS, DIGGING QUALITY, WAYS OF IMPROVEMENT

Актуальность исследования

Одной из стремительно развивающихся отраслей сельского хозяйства является садоводство, продукцией которой являются плоды и ягоды. Для получения высоких и устойчивых урожаев обязательным условием является систематическое обновление отдельных поврежденных плодоносящих деревьев и кустарников или же полное обновления всего участка. В

<http://ej.kubagro.ru/2023/04/pdf/04.pdf>

последние годы посадочный материал завозился из зарубежья, однако для обеспечения продовольственной безопасности страны необходимо развивать отечественное семеноводство и выращивание саженцев. Посадочный материал выращивают в специальных питомниках. Одной из самых трудоемких и ответственных технологических операций при этом является их выкопка, поскольку от качества ее выполнения зависит дальнейшая приживаемость и развитие будущих плодоносящих деревьев и кустарников. Поэтому совершенствование агрегатов для выкопки саженцев является актуальным[5].

Выкопку саженцев производят специальной скобой, которая заглубляется на глубину 25-35 см, подрезает и поднимает пласт почвы вместе с корнем без оборота пласта[1;2;3]. В процессе выполнения технологической операции, необходимо чтобы корневая система растения и сам саженец имели минимальные повреждения. Не допускаются расщепления, порезы, нарушения поверхности корня и другие механические повреждения. Длина корня зависит от выкапываемого растения у плодовых однолетних саженцев длина должна быть 25 см., у двухлетних – 30 см., у кустарников – 20 см, также сама корневая система должна иметь два-три разветвления. Также сам ствол дерева и его ветви не должны иметь каких-либо порезов и повреждений коры. Все вышперечисленное влияет на приживаемость посадочного материала на новом месте, а также на его прирост в течении вегетационного периода.

Постановка задачи

В настоящее время выкопку саженцев выполняют различными сельскохозяйственными орудиями и машинами, включающие в себя рабочие органы, основным из которых является выкопочная скоба, и вспомогательное оборудование. Однако все серийные машины имеют свои преимущества и недостатки, анализ которых позволит разработать общую структуру конструктивно-технологической схемы выкопочной скобы, позволяющую

выполнять технологический процесс с заданными агротехническими показателями и меньшей энергоемкостью.

Исследовательская часть

Выкопчный плуг ВПН-1 предназначен для выкопки посадочного материала одно-двухлетних растений, в плодовых и ягодных питомниках. Агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4, такими как МТЗ-82 и другими.

Основным рабочим органом ВПН-1 (рис. 1) является выкопчная скоба 4, выполненная из двух боковин прямолинейной формы и установленного под углом к направлению движения лемеха 5. Основным несущим элементом конструкции является сварная пространственная рама 2 из прямоугольного профиля. Такое исполнение обеспечивает жесткость и техническую надежность этого элемента. Агрегатирование выкопчного плуга с энергосредством осуществляется при помощи навесного трех точечного устройства 3.



1 – нож устойчивости; 2 – рама; 3 – механизм навески; 4 – выкопчная скоба; 5 – лемех

Рисунок 1 – Выкопчная скоба ВПН-1

Верхняя точка крепления также выполнена в виде кронштейна с отверстиями и пространственной фермы, закрепленной на раме плуга. Нижние точки выполнены в виде симметрично расположенных кронштейнов с

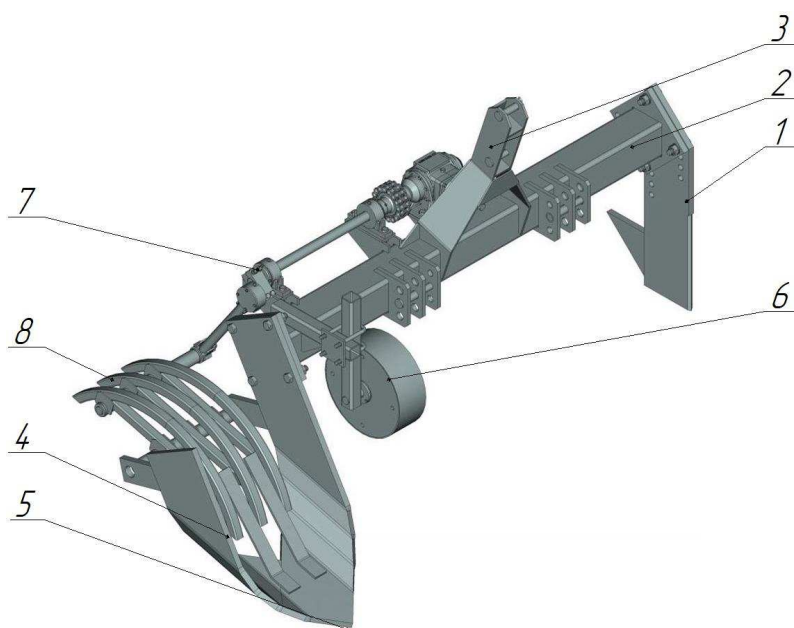
такими же отверстиями как в верхняя, однако они вварены в саму раму. Такое конструктивное исполнение позволяет агрегатировать плуг с различными навесными устройствами энергосредства, а также изменять положение рамы относительно него, что позволит изменять глубину. С левой стороны по ходу движения орудия установлен нож устойчивости 1, позволяющий стабилизировать одностороннее боковое давление на рабочий орган и обеспечить курсовую устойчивость при рабочем ходе. Для лучшего заглубления и поддержания глубины на нем расположено долото и небольшой боковой нож. Крепление выкопочной скобы и ножа устойчивости к раме осуществляется болтовыми соединениями.

Выкопочная машина для саженцев работает следующим образом. Перед началом работы выкопочная скоба для саженцев агрегируется при помощи механизма навески 3 с энергосредством. При рабочем ходе навесное устройство переводится в плавающее положение и энергосредство начинает двигаться параллельно ряду растений. Подкапывающая скоба 4 за счет собственного веса и реакции почвы на установленный под углом лемех, заглубляются в почву на глубину 30-40 см. Лемех 5 предварительно подрезает узкий пласт почвы и направляет его на подкапывающую скобу 4. Подкапывающая скоба 4 отрезает пласт почвы в горизонтальной и вертикальной плоскости и перемещает его вдоль своей рабочей поверхности. Затем почвенный пласт с саженцем перемещается за скобу, тем самым позволяя извлечь его из почвы.

Чтобы при выкопке саженцев, движители энергосредства не пробуксовывали, а также скоба подрезала корневую систему на достаточной глубине, изменяют длину центрального винта навески трактора, тем самым перемещая плуг в вертикальной плоскости или изменяют точки соединения навесного устройства плуга и трактора. Для стабилизации курсовой устойчивости двумя нижними тягами навесного устройства трактора перемещают агрегат в горизонтальной плоскости.

К основным достоинствам выкопчного плуга можно отнести простоту и техническую надежность конструкции, так как она состоит из минимального количества деталей. Основным недостатком описанной конструкции является не соответствие агротехническим требованиям при работе на переувлажненных и тяжелых почвах, поскольку при этом почва плохо крошится и налипает на корневую систему, что может приводить к ее повреждению при выкопке, а также к дополнительным затратам труда. Кроме того, в конструкции плуга ВПН-1 отсутствуют устройства для поддержания заданной глубины выкопки, что приводит к чрезмерным нагрузкам на навесное устройство самого плуга и энергосредства, а также стабильности протекания технологического процесса выкопки.

Скоба выкопчная СВС-1 (рис. 2), предназначена для выкопки саженцев и как ВПН-1 состоит из рабочих органов и вспомогательного оборудования. Агрегатируется с тракторами тягового класса 1.4.



1 – нож устойчивости; 2 – рама; 3 – механизм навески; 4 – выкопчная скоба; 5 – лемех; 6 – опорное колесо; 7 – вибрационный механизм; 8 – удлинители

Рисунок 2 – Выкопчная скоба СВС-1

К отличительным конструктивно-технологическим элементам СВС-1 от ВПН-1 можно отнести следующие компоненты. Нож устойчивости 1 крепится на раме 2 с помощью болтов. В нем выполнены технологические отверстия, с помощью которых регулируется его глубина, что позволяет повысить курсовую устойчивость СВС-1 во время выполнения операции выкопки в различных почвах. Рама 2 выкопчной скобы СВС-1 представляет собой квадратную профильную трубу. Такое конструктивное решение уменьшает массу, что позволяет снизить энергоемкость процесса. Выкопчная скоба 4 выполнена в виде ломанной U – образной формы. В отличие от ВПН-1 угол между траекторией движения пласта и рабочей поверхностью скобы 4 изменяется ступенчато, что позволяет снижать тяговое сопротивление за счет снижения динамической составляющей сопротивления движения пласта вдоль ее рабочей поверхности, а также позволит увеличить заглубляющую способность. На раме 2 крепится опорное колесо 6, которое позволяет устанавливать глубину выкопки с помощью винтового механизма. Благодаря установке опорного колеса 6 обеспечивается копирование микропрофиля поля, частично разгружаются механизм навески и навесное устройство энергосредства, также повышается стабильность процесса выкопки. На выкопчной скобе 4 шарнирно закреплены удлинители 8, соединенные через кривошипно-шатунный механизм и редуктор с ВОМ трактора. За счет такого конструктивного исполнения при включении ВОМ трактора удлинители 8 приобретают возвратно-поступательные движения, что приводит к разрушению почвенного пласта, облегчая извлечение саженца. Основным недостатком СВС-1 заключается в следующем, выкопчная скоба 4 выполнена не плавно, а ступенчато, что приводит к неравномерному изменению угла трения между пластом почвы и рабочей поверхностью.

STERRAPIANTE BERTO (рис. 3) предназначен для выкопки саженцев в тех же агротехнических условиях как ВПН-1 Агрегатируется с тракторами тягового класса 1.4.

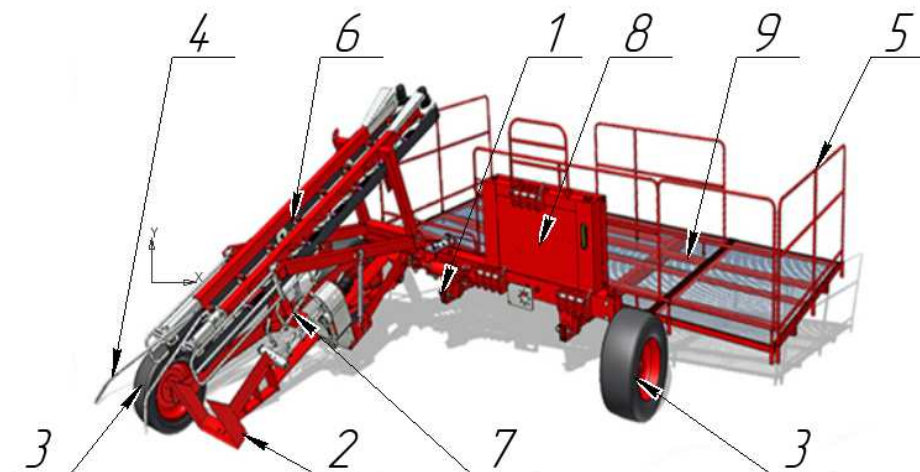


1 – гидробак ; 2 – рама; 3 – механизм навески; 4 – опора ; 5 – разъем для подключения гидравлической линии; 6 – винтовой механизм; 7 – гидромотор; 8 – удлинители; 9 – удлинители; 10 – лемех

Рисунок 3 – Выкопчная скоба STERRAPIANTE BERTO

STERRAPIANTE BERTO отличается от СВС-1 тем, что не имеет опорного колеса и ножа устойчивости, а в качестве привода для создания колебаний на удлинителях 8 используется гидромотор 7, который подключается к гидравлической системе энергосредства с помощью разъема для подключения гидравлической линии 5. Опора 4 устанавливается, когда агрегат демонтирован с трактора, в остальных случаях опора 4 снимается, чтобы не мешать технологическому процессу выкопки саженцев. Достоинства STERRAPIANTE BERTO такие же, как и у СВС-1. Недостатки заключаются в низком качестве копирования агрегатом микропрофиля поля, а также в отсутствии элемента, стабилизирующего односторонние боковое давление на рабочий органа, что негативно сказывается на курсовой устойчивости при рабочем ходе скобы.

Выкопчная машина OLIVER SP-2000 (рис. 4) предназначена для выкопки с одновременной сортировкой и перевозкой посадочного материала. Агрегатируется с тракторами тягового класса 2.



1 – механизм навески; 2 – выкопчная скоба; 3 – резиновое колесо; 4 – направитель; 5 – оградитель; 6 – транспортер; 7 – вибрационный механизм; 8 – гидромотор; 9 – площадка

Рисунок – 4 Выкопчная машина OLIVER SP-2000

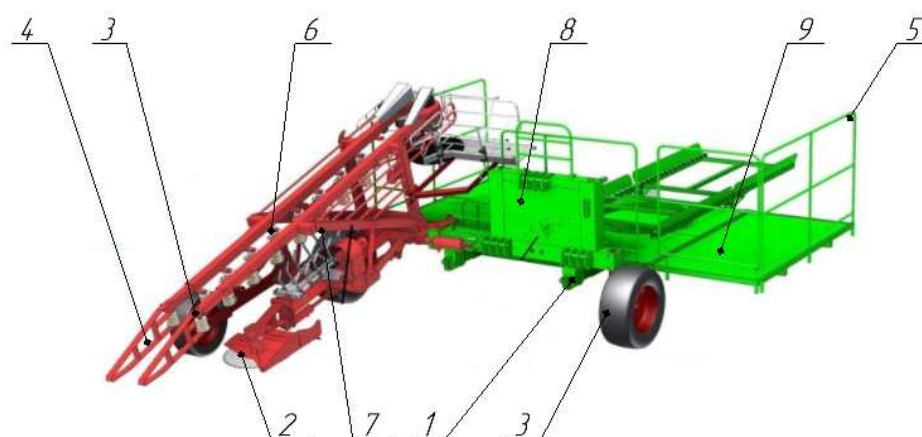
Выкопчная скоба установлена такая же как у ВПН-1 и имеет такие же недостатки. Два резиновых колеса 3 крепятся по обе стороны агрегата, которые выполняют такие же функции, как и у скобы СВС-1. С помощью направителя 4 саженцы подаются на транспортёр 6, в свою очередь он перемещает посадочный материал к площадке 9, где вспомогательные рабочие сортируют его и укладывают. Во время перемещения саженца по транспортёру 6, шейкер, установленный на протяжении всей длины элеватора 6, стряхивает оставшуюся почву на корнях растений. Все активные механизмы питаются от гидромотора 8, который подключается к гидросистеме трактора. Для обеспечения безопасности вспомогательных рабочих во время сортировки посадочного материала (рис. 5) на площадке 9 установлены оградители 5. Площадка 9 для вспомогательных рабочих не влияет на процесс выкопки саженцев, и служит только для сортировки и пере-

возки саженцев, повышает требования к энергонасыщенности трактора. Главным достоинством данной машины является автоматическое извлечение растений из почвы, что позволяет повысить производительность и снизить трудоемкость[4;5].



Рисунок 5 – Процесс работы выкопчной машины OLIVER SP-2000

Выкапыватель-срезатель OLIVER SP 2000 ТХС (рис. 6) предназначен для среза посадочного материала с его дальнейшей сортировкой и перевозкой. Агрегируется с тракторами тягового класса 2.



1 – механизм навески; 2 – режущий диск; 3 – резиновое колесо; 4 – направляющий; 5 – оградитель; 6 – транспортный элеватор; 7 – вибрационный механизм; 8 – гидромотор; 9 – площадка

Рисунок – 6 Выкапыватель-срезатель OLIVER SP 2000 TXC

Принцип работы и конструкция схожи с выкопчной машиной OLIVER SP-2000. Отличие OLIVER SP 2000 TXC от SP-2000 заключается в том, что в качестве рабочего органа вместо выкопчной скобы, используется режущий диск 2. Он приводится во вращение гидромотором 8, которой подключается к гидросистеме энергомашины. Недостатком данного агрегата является то, что перед выполнением операции выкопки саженцев, необходимо предварительно подготовить участок, т.е. необходимо сделать канавы по бокам от ряда (рис. 7). В ином случае режущий диск 2 будет стопориться и изнашиваться из-за большого тягового сопротивления почвы, тем самым будет снижаться качество выкопчного материала.



Рисунок – 7 Процесс работы машины OLIVER SP 2000 TXC

Выкапыватель FOBRO Pick-Up (рис. 8) предназначен для выкопки с одновременной сортировкой и перевозкой посадочного материала. Агрегируется с тракторами тягового класса 2.

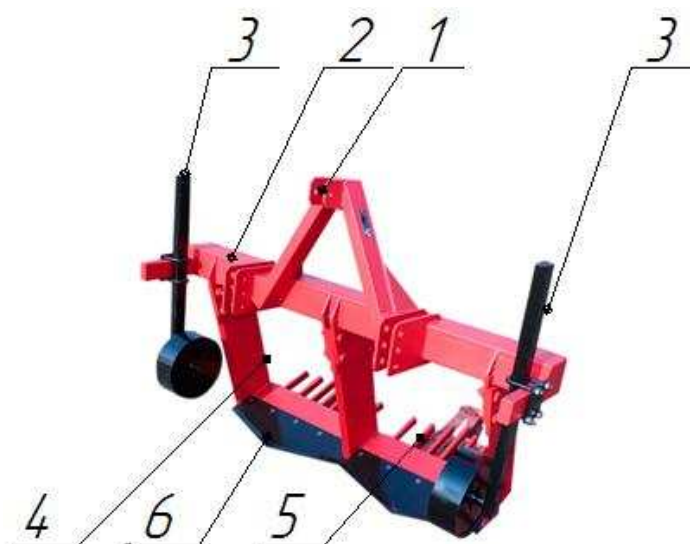


1 – площадка; 2 – резиновое колесо; 3 – вертикальный транспортер; 4 – гидравлическая линия; 5 – подкапывающая скоба; 6 – отряхиватель

Рисунок – 8 Выкапыватель FOBRO Pick-Up

Выкапыватель FOBRO Pick-Up по конструкции и принципу работы схож с выкопчной машиной OLIVER SP-2000. Единственное отличие состоит в том, что FOBRO Pick-Up может выкапывать сразу несколько рядов растений, при этом для извлечения саженцев из почвы используется вертикальный транспортёр 3, который состоит из подбирающих зубьев, аккуратно подбирающих растения, не повреждая корневую систему, а также сбивая оставшуюся почву на корне. Достоинством выкапывателя является то, что за счет выкопки сразу нескольких рядов растений, растет производительность данного агрегата. Недостаток FOBRO Pick-Up в том, что из-за конструкции он способен выкапывать лишь мелкогабаритные растения.

Скоба подкапывающая СП-1.3 (рис. 9) предназначена для выкопки мелкогабаритного посадочного материала, высотой не больше 50 см. Агрегатируется с тракторами тягового класса 1.4.



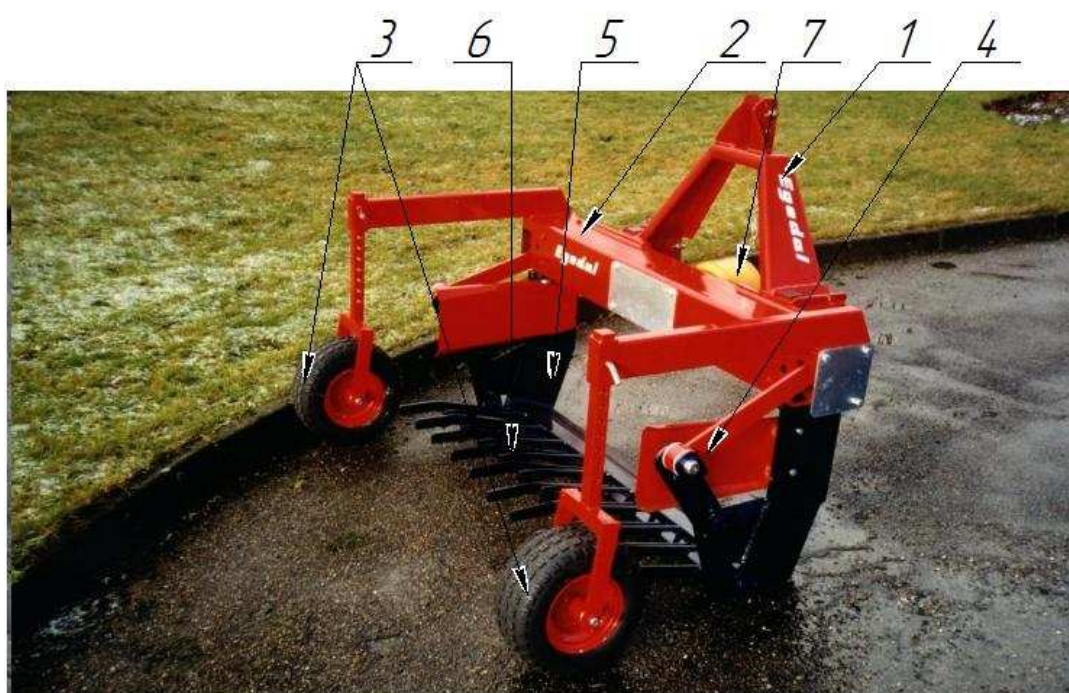
1 – механизм навески; 2 – рама; 3 – опорные колеса; 4 – выкопчная скоба; 5 – удлинители; 6 – лемех

Рисунок – 9 Скоба подкапывающая СП-1.3

Конструктивная схема СП-1.3 включает себя механизм навески 1 с помощью которого скоба агрегируется с энергосредством. Рама 2 представляет собой квадратную профильную трубу, как и у СВС-1 что позволяет снизить энергоемкость процесса. Опорные колеса 3 установлены на раме 2 с каждой стороны агрегата. Такое конструктивное решение позволяет улучшить качество копирования микропрофиля поля. Выкопчная скоба 4 выполнена в П – образной форме, что негативно сказывается на тяговом сопротивлении рабочего органа, и приводит к повышению динамической составляющей сопротивления движения пласта вдоль ее рабочей поверхности. На нижней части выкопчной скобы 4 по периметру режущей кромки установлены два лемеха 6 выполненные в виде стреловидных ножей. Данное решение позволяет улучшить качество посадочного материала, за счет плавного перерезания корневой системы, исключая ее повреждение. Конструкция СП-1.3 проста и имеет низкую массу, что положительно сказывается на энергоемкости процесса и надежности машины. Агрегат имеет следующие недостатки: СП-1.3 располагается по центру трак-

тора, в результате чего высота саженцев ограничивается дорожным про-светом энергосредства, а также выкопочная скоба 4 выполненная в П – об-разной форме увеличивает тяговое сопротивление рабочего органа, что негативно сказывается на энергоемкости процесса. К достоинствам СП-1.3 можно отнести лучшее качество копирования микропрофиля поля, а также высокое качество посадочного материала благодаря установленным леме-хам 6, в виде стреловидных ножей, что повышает приживаемость корня на новом месте при пересадке.

Plant lifter type RR (рис. 10) предназначен для выкопки мелко-размерного посадочного материала в таких же агротехнических условиях, как и СП- 1.3.



1 – механизм навески; 2 – рама; 3 – опорные колеса; 4 – вибрацион-ный механизм; 5 –выкопочная скоба; 6 – удлинители; 7 – редуктор

Рисунок – 10 Plant lifter type RR

В отличии от СП-1.3 на Plant lifter type RR устанавливается редуктор 7, которой передает колебательные движения удлинителям 6, с помощью вибрационного механизма 4, состоящего из кривошипа и шатуна. Редуктор

подключается посредством карданного вала к ВОМ энергосредства. В результате чего, во время выкопки мелкогазмерного посадочного материала, почвенный пласт поступающий на удлинители 7 разрушается, в следствии чего нарушается связь корневой системы с почвой. Недостатки такие же, как и у СП-1.3.

Mounted plant lifter С (рис. 11) предназначен для выкопки мелкогазмерного посадочного материала в таких же агротехнических условиях, как и СП- 1.3.



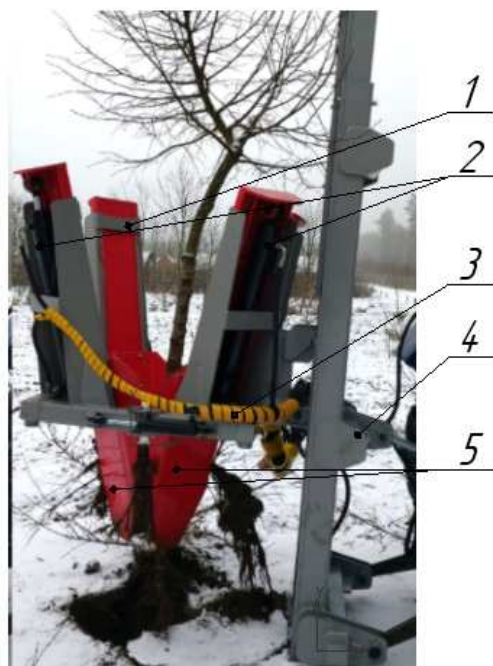
1 – опорная лыжа; 2 – рама; 3 – гидромотор; 4 – механизм навески; 5 – выкопчная скоба; 6 – лемех; 7 – транспортер; 8 – разъем для подключения гидравлической линии; 9 – отряхиватель

Рисунок 11 - Mounted plant lifter C

Mounted plant lifter С в отличие от СП-1.3 снабжен гидромотором 3, который подключён к гидросистеме энергосредства с помощью разъема для подключения гидравлической линии 8. Гидромотор 3 приводит в действие такие гидравлические приводы как транспортер 7 и отряхиватель 9. Выкапываемые растения извлекаются и перемещаются к месту их сорти-

ровки с помощью транспортера 7, при этом отряхиватель 9 сбивает оставшуюся почву на корневой системе сеянца. Mounted plant lifter C имеет два сиденья для вспомогательных рабочих, которые во время выполнения технологической операции сортируют выкапываемые растения. Главным достоинством данной машины является автоматическое извлечение растений из почвы, что позволяет повысить производительность и снизить трудоемкость[4;5]. Недостатки такие же, как и у СП-1.3.

ZKT-1 (рис. 12) предназначен для выкопки деревьев различных возрастов с комом земли, а также транспортировки и посадки их в заранее подготовленные ямы. Агрегируется с тракторами тягового класса 1.4.



1 – направляющая; 2 – гидроцилиндр; 3 – гидравлическая линия; 4 – механизм навески; 5 – нож

Рисунок – 12 Выкапыватель деревьев ZKT-1

Выкапыватель деревьев ZKT-1 агрегируется с помощью механизма навески 3, низ которого используется как упор во время процесса выкопки деревьев. Сам агрегат представляет собой замкнутый контур, в котором установлены пустотелые направляющие 1, внутри которых перемещаются

ножи 5. Ножи 5, выкапывают растение под действием гидроцилиндров 2, подключенных к гидросистеме трактора гидравлической линией 3. Процесс работы ЗКТ-1 заключается в том, что с помощью гидроцилиндров 2 раздвигается контур агрегата, затем подъезжают к выкапываемому саженцу. После этого контур смыкается. Гидроцилиндры 2 заглубляют ножи 5, обрезая корневую систему растения вместе с комом почвы. С помощью механизма навески 3 выкапываемое растение поднимается вверх и транспортируется в заранее подготовленную яму. Достоинством ЗКТ-1 является высокое качество выкопки за счет того, что растение транспортируется с комом почвы, что повышает приживаемость корня на новом месте. Недостатком является низкая производительность, что обуславливается большим временем цикла выкопки одного саженца.

Кроме промышленных образцов, также предложены различные перспективные схемы, которые имеют различные технические результаты, обуславливающиеся различными конструктивными решениями [1]. Однако важнейшим критерием при выкопке саженцев является повышение качества технологического процесса. Проведя анализ технических решений совершенствования процесса работы выкопки саженцев и сеянцев, можно выделить основной фактор, влияющий на качество посадочного материала при выполнении процесса выкопки растений. Данный фактор заключается в следующем: рабочий орган скобы должен плавно перерезать корневую систему растения, исключая его обрыв и иные механические повреждения. Из всех рассмотренных технических решений можно выделить следующие основные пути улучшения качества выкопки посадочного материала:

- установка поперечного ножа под определённым углом к горизонту;
- установка вертикальных ножей со смещением;
- установка дискового копача;
- создание вибрации на рабочих органах.

Исходя из вышеописанного можно сделать вывод, что в конструктивно-технологической схеме должны присутствовать следующие элементы:

- выкопочная скоба плавной U-образной формы, образующая которой выполнена в виде участка следующих кривых: спирали Архимеда, логарифмической спирали, кривой брахистохроны и кривой баушингера. Данные кривые позволяют снизить энергоемкость процесса, а также позволят выполнять операцию выкопки в различных агротехнических условиях;
- лемеха, выполненные в виде сменных стреловидных ножей, которые позволят плавно перерезать корневую систему растения, что позволит повысить качество выполнения технологического процесса;
- нож устойчивости с возможностью его регулировки;
- однобалочная рама, для уменьшения массы агрегата, а, следовательно, и снижения энергоемкости процесса;
- регулируемое опорное колесо, для повышения стабильности протекания процесса выкопки саженцев;
- трехточечный механизм навески с возможностью регулировки положения скобы относительно энергосредства;
- удлинители с механизмом для создания колебаний на них, что позволит облегчить извлечение саженца из пласта почвы и снизить трудоемкость процесса выкопки.

Апробация полученных результатов

На основе проведенных анализов перспективных схем [1] и промышленных образцов, разработана конструктивно-технологическая схема выкопочной скобы для саженцев (рис.13), предназначенная для выкопки посадочного материала.

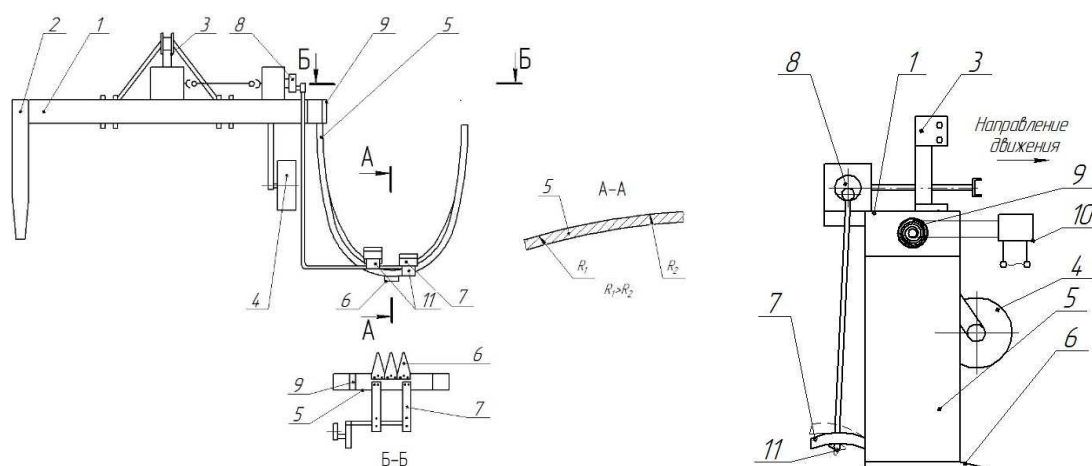
Основным рабочим органом разработанной схемы является подкапывающая скоба 5 U – образной формы, образующая которой выполнена в виде плавных кривых. Это приводит к равномерному изменению угла трения между пластом почвы и рабочей поверхностью подкапывающей скобы 5. На подкапывающей скобе 5 установлены лемеха 6, удлинители 7 и плоский индуктор 9. Лемеха 6 представлены в виде сменных стреловидных ножей, позволяющие плавно перерезать корни растения, исключая их обрыв. Удлинители 7 за счет регулируемых эксцентриковых кулачков 11, могут совершать как одинаковые, так и разнонаправленные колебания. Тем самым можно регулировать интенсивность крошения почвы на корневой системе растения. Плоский индуктор 9, при включении магнитоимпульсной установки 10, создает знакопеременные нагрузки на выкопчной скобе 5, облегчая ее движение в почве и снижая тяговое сопротивление рабочего органа.

Основным несущим элементом является однобалочная рама 1, на которую устанавливаются остальные элементы конструкции. Карданный вал передает крутящий момент от ВОМ трактора в редуктор, устанавливаемый на раме 1, который при помощи вибрационного механизма 8 создает колебательные движения на удлинителях 7. Опорное колесо 4 позволяет регулировать глубину агрегата с помощью винтового механизма, увеличивая стабильность выполнения технологической операции. Агрегатирование выкопчного плуга с энергосредством осуществляется при помощи навесного трех точечного механизма навески 3. Верхняя точка крепления также выполнена в виде кронштейна с отверстиями и пространственной фермы, закрепленной на раме плуга. Нижние точки выполнены в виде симметрично расположенных кронштейнов с такими же отверстиями как в верхняя, однако они вварены в саму раму. Такое конструктивное исполнение позволяет агрегатировать выкопчную скобу с различными навесными устрой-

ствами энергосредства, а также изменять положение рамы относительно него, что позволит изменять глубину.

Чтобы при выкопке саженцев, движители энергосредства не пробуксовывали, а также скоба подрезала корневую систему на достаточной глубине, изменяют длину центрального винта навески трактора, тем самым перемещая плуг в вертикальной плоскости или изменяют точки соединения навесного устройства плуга и трактора. Для стабилизации курсовой устойчивости двумя нижними тягами навесного устройства трактора перемещают агрегат в горизонтальной плоскости.

С левой стороны по ходу движения агрегата установлен нож устойчивости 2, в котором сделаны технологические отверстия для регулировки его положения относительно рамы 1, позволяя компенсировать момент, направленный на увод машинно-тракторного агрегата с траектории движения, который создается на подкапывающей скобе 5.



- 1 – рама; 2 – нож устойчивости; 3 – механизм навески; 4 – опорное колесо; 5 – выкопчная скоба; 6 – лемеха; 7 – удлинители; 8 – вибрационный механизм; 9 – плоский индуктор; 10 – магнитоимпульсная установка; 11 – эксцентриковые кулачки.

Рисунок 13 – Конструктивно-технологическая схема выкопчной скобы для саженцев вид спереди и сбоку

Разработанная конструктивно-технологическая схема выкопочной скобы для саженцев работает следующим образом. Перед выполнением операции выкопочная скоба агрегатируется при помощи механизма навески 3 с энергосредством. При рабочем ходе навесное устройство переводится в плавающее положение, включается ВОМ трактора и магнитоимпульсная установка 10. Затем энергосредство начинает двигаться параллельно ряду растений. Подкапывающая скоба 5 за счет собственного веса и реакции почвы на установленный под углом лемеха 6, заглубляется на глубину 25-40 см. Лемеха 6 предварительно подрезает узкий пласт почвы и направляет его на подкапывающую скобу 5. Подкапывающая скоба 5 отрезает пласт почвы в горизонтальной и вертикальной плоскости и перемещает его вдоль своей рабочей поверхности. Затем почвенный пласт с саженцем перемещается на удлинитель 7, где происходит нарушение связи корневой системы с почвой, за счет созданных колебаний. После саженец перемещается за скобу, тем самым позволяя извлечь его из почвы.

Выводы

Полученные результаты исследования позволяют разработать конструктивно-технологические схемы перспективных средств механизации садоводства для выкопки саженцев, которые должны включать в себя следующие элементы: выкопочную скобу плавной U – образной формы, образующая которой выполнена в виде участка следующих кривых: спирали Архимеда, логарифмической спирали, кривой брахистохроны и кривой баушингера; лемех стреловидной формы; механизм для создания колебаний на удлинителях и на выкопочной скобе; регулируемые опорное колесо и нож устойчивости; однобалочную раму; трехточечный механизм навески.

Выкопочная скоба U-образной формы образующая которой выполнена в виде различных кривых, позволит выполнять операцию выкопки в различных почвенных условиях, не ухудшая качество выполнения процесса. Остальные элементы конструкции позволяют снизить энергоемкость

процесса выкопки, повысить курсовую устойчивость МТА, поддерживать стабильность выполнения операции, уменьшить тяговое сопротивление рабочего органа и увеличить производительность агрегата.

Список литературы

1. Коновалов, В. И. Анализ направлений развития машин для выкопки саженцев / В. И. Коновалов, А. Г. Коновалов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 179. – С. 33-54. – DOI 10.21515/1990-4665-179-004. – EDN XABX1Y.

2. Коновалов, В. И. Анализ направлений совершенствования машин для выкопки саженцев / В. И. Коновалов, А. Г. Коновалов // Стратегии и векторы развития АПК : Сборник статей по материалам национальной конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 15 ноября 2021 года / Отв. за выпуск А.А. Титученко. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 152-157. – EDN ONUPQY.

3. Сельскохозяйственные машины (устройство, работа и основные регулировки): учеб. пособие / В. А. Романенко [и др.]. – Краснодар: Куб ГАУ, 2014. – 232 с.

4. Кастиди Ю.К. Экономическая эффективность обеспеченности товаропроизводителей краснодарского края сельскохозяйственной техникой [Текст] / Ю. К. Кастиди, Д. А. Крепашев. // Труды Кубанского государственного аграрного университета – Краснодар.: Из-во. «КубГАУ». – 2011. № 28. С. 39–42.

5. Соколова А. П. Влияние обеспеченности техникой на экономические показатели растениеводства [Текст] / А. П. Соколова, Ю. К. Кастиди, Г. Ф. Бершицкая Г.Ф., М. Е. Трубилин // Сельский механизатор – М.: Из-во. «Нива». – 2015. № 2. С. 22-23.

References

1. Konovalov, V. I. Analiz napravlenij razvitija mashin dlja vykopki sazhencev / V. I. Konovalov, A. G. Konovalov // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 179. – S. 33-54. – DOI 10.21515/1990-4665-179-004. – EDN XABX1Y.

2. Konovalov, V. I. Analiz napravlenij sovershenstvovaniya mashin dlja vykopki sazhencev / V. I. Konovalov, A. G. Konovalov // Strategii i vektory razvitija APK : Sbornik statej po materialam nacional'noj konferencii, posvjashhennoj 100-letiju Kubanskogo GAU, Krasnodar, 15 nojabrja 2021 goda / Otv. za vypusk A.A. Tituchenko. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2021. – S. 152-157. – EDN ONUPQY.

3. Sel'skohozjajstvennye mashiny (ustrojstvo, rabota i osnovnye regulirovki): ucheb. posobie / V. A. Romanenko [i dr.]. – Krasnodar: Kub GAU, 2014. – 232 s.

4. Kastidi Ju.K. Jekonomicheskaja jeffektivnost' obespechennosti tovaroproizvodi-telej krasnodarskogo kraja sel'skohozjajstvennoj tehnikoj [Tekst] / Ju. K. Kastidi, D. A. Krepashev. // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Krasnodar.: Iz-vo. «KubGAU». – 2011. № 28. S. 39–42.

5. Sokolova A. P. Vlijanie obespechennosti tehnikoj na jekonomicheskie pokazateli rastenievodstva [Tekst] / A. P. Sokolova, Ju. K. Kastidi, G. F. Bershickaja G.F., M. E. Trubilin // Sel'skij mehanizator – M.: Iz-vo. «Niva». – 2015. № 2. S. 22-23.