

УДК 631.544.7

К. Л. Пузевич¹, кандидат технических наук, доцент,
В. И. Коцуба¹, кандидат технических наук, доцент,
В. В. Пузевич¹, кандидат технических наук, доцент,
А. И. Филиппов², кандидат технических наук, доцент

¹Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», ул. Мичурина, 5, 213407 Горки, Республика Беларусь, +375 (29) 547 62 15, baa_mgishp@mail.ru

²Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет», ул. Терешковой, 28, 230008 Гродно, Республика Беларусь, +375 (29) 396 29 66, a.fil07@mail.ru

АГРЕГАТЫ ДЛЯ ПОСЕВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПОД МУЛЬЧИРУЮЩУЮ ПЛЕНКУ

Урожайность культур и качество выращиваемого продукта в первую очередь зависят от почвы и ее состояния. Поэтому в статье приведены данные, свидетельствующие о необходимости мульчирования почвы, анализ способов посева через мульчирующую пленку и описание конструкции применяемых агрегатов. Отмечена актуальность разработки конструкций посевных агрегатов, способных осуществлять посев пропашных культур под мульчирующую пленку. Учитывая, что в Республике Беларусь отсутствуют машины для реализации данной технологии возделывания, а зарубежные аналоги являются весьма дорогостоящими, обоснована необходимость разработки комбинированного агрегата, позволяющего осуществлять посев пропашных культур под мульчирующую пленку. Такой агрегат должен быть оснащен высевающим аппаратом, который обеспечивает дозирование семян, пробитие пленки с требуемым шагом, формируя при этом семенное ложе и укладывание семян в почву.

Ключевые слова: мульчирующая пленка; комбинированный агрегат; посев пропашных культур; пленкоукладчик; сеялка; перфорированная пленка.

Рис. 8. Табл. 1. Библиогр.: 15 назв.

K. L. Puzevich¹, PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
V. I. Kotsuba¹, PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
V. V. Puzevich¹, PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
A. I. Filippov², PhD in Technical Sciences, Associate Professor

¹Educational Institution “Belarusian State of the Orders of October Revolution and Labor Red Banner Agricultural Academy”, 5 Michurina Str., 213407 Gorki, the Republic of Belarus, +375 (29) 547 62 15, baa_mgishp@mail.ru

²Educational Institution “Grodno State Agrarian University”, 28 Tereshkova Str., 230008 Grodno, the Republic of Belarus, +375 (29) 396 29 66, a.fil07@mail.ru

AGGREGATES FOR SOWING AGRICULTURAL CROPS UNDER MULCHING FILM

Crop yields and the quality of the grown product primarily depend on the soil and its condition. Therefore, the article provides data indicating the need for soil mulching, an analysis of sowing methods through a mulching film and the description of the used aggregates design. The urgency of the development of sowing units' designs capable of row crops sowing under a mulching film is noted. Considering that in the Republic of Belarus there are no machines for the implementation of this cultivation technology, and foreign analogues are very expensive, the need for the development of a combined unit allowing the row crops sowing under a mulching film is justified. Such an aggregate should be equipped with a seeding apparatus that provides seed dosing, penetration of the film with the required step, forming a seedbed and placing seeds in the soil.

Key words: mulching film; combined unit; row crops sowing; film-laying machine; seeder; perforated film.

Fig. 8. Table 1. Ref.: 15 titles.

Введение. Качество почвы в первую очередь определяет успех любого аграрного проекта. Почва — сложнейшая система взаимодействующих между собой минералов, органических соединений и живых организмов, формировавшаяся миллионы лет, но очень хрупкая и легко разрушаемая неразумным хозяйствованием.

Урожайность культур и качество выращиваемого продукта прежде всего зависят от почвы и ее состояния. Поэтому важно позаботиться о ее защите от неблагоприятных погодных условий. Одним из эффективных методов является мульчирование [1].

Мульчирование — это защита почвы укрывным материалом (либо естественным путем, образовавшимся на том же поле, либо специально завезенным на участок органическим или синтетическим). Почву необходимо защищать от водной и ветровой эрозии, пересыхания, переуплотнения ливнями и градом, зарастания сорняками, переувлажнения, перегрева и переохлаждения [1; 2].

Мульчирование почвы применяется для повышения урожайности различных культур и улучшения качества продукции. С помощью мульчирования можно получить более ранний и богатый урожай, а также снизить использование пестицидов. Растения будут более здоровые, а плоды сочные и хорошего товарного вида. Используя мульчирование, очень эффективно выращивать теплолюбивые овощи, такие как перец, томаты и кукуруза [2].

Материалы и методы исследования. В настоящее время существует множество материалов для мульчирования, их можно отнести к следующим группам: органическая (природная) мульча, неорганическая мульча и синтетические материалы [3].

Самым технологичным и универсальным мульчирующим материалом является полиэтиленовая пленка. В ряде зарубежных стран (Япония, США, ФРГ, Франция, Италия и др.) пленочное мульчирование стало обычным технологическим приемом при культивировании растений в открытом и защищенном грунте на тысячах гектаров [4].

Мульчирующую пленку используют для защиты сельскохозяйственных культур от агрессивных условий окружающей среды. Она задерживает испарение влаги и способствует равномерному ее распределению как в верхних, так и в нижних горизонтах почвы, что играет положительную роль не только в районах с недостаточным увлажнением, так как экономия воды при этом составляет около 60 %; ускоряет биологические процессы в почве; обеспечивает лучшее снабжение растений питательными веществами; активно используется для сохранения тепла и борьбы с сорняками. Все это положительно сказывается на росте и развитии растений, ускоряет созревание и увеличивает урожай от 40 до 60 % [5].

Результаты исследования и их обсуждение. Ряд зарубежных фирм выпускают машины для высева семян и мульчирования посевов пленкой. При этом возможны две схемы посева [6].

Первый способ предполагает посев семян сеялками точного высева с последующим укрытием посевов пленкой. Этот процесс можно осуществить, используя однооперационные машины (что в настоящее время и применяется в нашей стране) или комбинированные агрегаты. Для данной технологии ПООО «Техмаш» (г. Лида, Республика Беларусь) выпускает пленкоукладчики УПП-1 и ПУ-1,5, технические характеристики которых представлены в таблице 1.

Пленкоукладчик УПП-1 [7] предназначен для мульчирования почвы пленкой или укрывным материалом, а также для укладки ленты капельного орошения с одновременным внесением удобрений и пробивкой отверстий с заданным шагом; возможна также установка гребнеобразователя с отвалами для формирования профиля гряды. Он представляет собой навесную машину (рисунок 1), состоящую из несущей рамы 1, являющейся основной несущей частью машины и представляющей собой сварную конструкцию, на которой крепятся: треугольник автосцепки 2, два регулируемых по высоте опорных колеса 3. На стойке 5 рамы устанавливаются барабаны 4 для лент капельного полива. Концы ленты капельного полива заправляются в регулируемые по ширине стойки 6. По краям рамы установлены маркеры 24.

На стойках 7 рамы устанавливается ось 8 для размещения рулона с пленкой. Фиксация рулона от осевого смещения осуществляется подвижными упорами 9. Ось в стойках устанавливается в двух подшипниках. Для предотвращения самопроизвольного разматывания рулона при резких остановках трактора с одной стороны оси установлен подпружиненный тормоз 10. В нижней части рамы в двух подшипниках устанавливается направляющий вал 16, который служит для более равномерного укладывания пленки на почву и предотвращения повреждений укрывного материала.

Т а б л и ц а 1. — Технические характеристики пленкоукладчиков ПУ-1,5 и УПТ-1 [7; 8]

Показатель	Значение	
	ПУ-1,5	УПТ-1
Тип машины	Навесная	
Масса машины, кг, не более	400	500
Габаритные размеры, мм, не более		
– длина	2 350	2 200
– ширина	2 350	2 450
– высота	1 100	1 700
Производительность:		
– за один час основного времени, га	0,45...0,75	0,15...0,45
– за один час эксплуатационного времени, га	0,25...0,45	0,10...0,27
Рабочая скорость, км / ч	3...5	1...3
Транспортная скорость, км / ч, не более	15	
Шаг пробивки отверстий в пленке, мм	25, 50	20, 30, 40, 50
Ширина пленки, см, не более	150	190
Количество обслуживающего персонала, человек	1 (тракторист)	
Рабочая ширина захвата, м	1,5	
Дорожный просвет, мм, не менее	300	
Класс тяги трактора, кН	0,6...1,4	

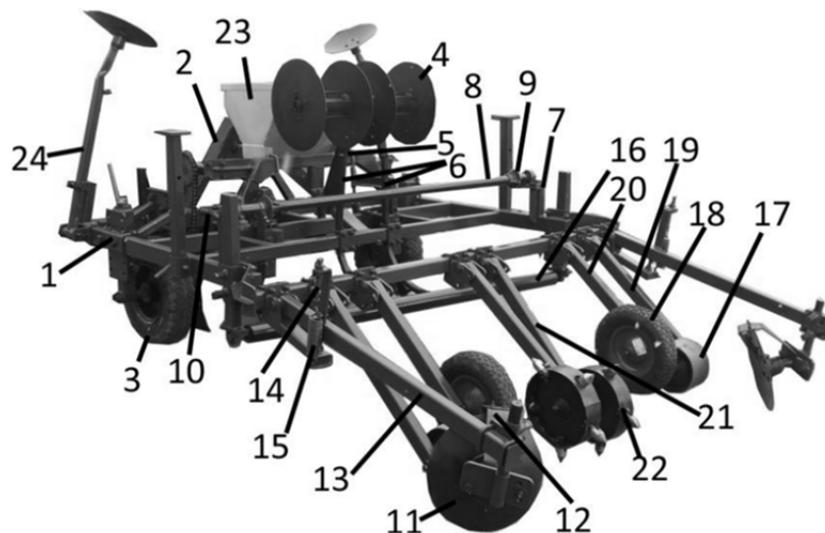


Рисунок 1. — Устройство пленкоукладчика УПТ-1

Задние диски 11 с чистиками 12, расположенные на кронштейнах 13, предназначены для присыпания с двух сторон почвой уложенной пленки. Заглубление дисков устанавливается с помощью винта 14 с пружиной 15. Имеется возможность установки дисков по расстоянию в зависимости от ширины укладываемой пленки. Прикатывание уложенной пленки осуществляется колесами 17 и 18. Колесо с шиной 18 осуществляет обжатие пленки вдоль края трапеции при укладке на гряде, а колеса 17 выравнивают края укрывного материала для предотвращения изгибов и заламываний пленки. В зависимости от размеров пленки расположение колес 17 и 18 регулируется по ширине установки смещением вдоль рамы кронштейнов 19 и 20.

В задней части машины на кронштейнах 21 устанавливаются колеса 22 для пробивки в пленке отверстий. Шарнирное крепление кронштейнов обеспечивает копирование рельефа почвы. Шаг пробивки отверстий, а также количество строчек зависят от высаживаемой культуры. Колеса имеют возможность регулировки по ширине установки. Также имеется возможность установки туковысевающего аппарата 23 с приводом от опорных колес. Регулировка норм высева осуществляется сменными звездочками. Процесс работы пленкоукладчика представлен на рисунке 2.

Пленкоукладчик ПУ-1,5 [8] предназначен для мульчирования почвы пленкой или укрывным материалом, а также для укладки ленты капельного орошения; возможна установка колес для пробивки отверстий в пленке. Он представляет собой навесную машину (рисунок 3), состоящую из несущей рамы 1, являющейся основной несущей частью машины и представляющей собой сварную конструкцию, на которой крепятся: уши для навески на трактор 2, два регулируемых по высоте опорных колеса 3. На двух стойках 5 рамы устанавливается съемная ось 4 для лент капельного полива с подвижными упорами 6. Концы ленты капельного полива заправляются в регулируемые по ширине стойки 7.

На стойках 9 рамы устанавливается ось 8 для размещения рулона с пленкой. Фиксация рулона от осевого смещения осуществляется подвижными упорами 10. Ось в стойках устанавливается в двух подшипниках, прижимаемых сверху пластинами 11. Для предотвращения самопроизвольного разматывания рулона при резких остановках трактора с одной стороны оси установлен подпружиненный тормоз 12.

Передние диски 13 предназначены для разуплотнения почвы за колесами машины и выравнивания почвы для укладки пленки. Диски регулируются по углу атаки, величине заглабления и расстоянию между дисками в зависимости от ширины укладываемой пленки. Задние диски 14 с чистиками 15 установлены на оси 16 и предназначены для присыпания с двух сторон почвой уложенной пленки. Заглабление дисков устанавливается с помощью винта 17. Имеется возможность установки дисков по расстоянию в зависимости от ширины укладываемой пленки.

Прикатывание уложенной пленки осуществляется бандажными колесами 18, расположенными на одной оси с задними дисками. В зависимости от размера укладываемой пленки колеса регулируются по ширине и высоте установки.



Рисунок 2. — Процесс работы пленкоукладчика УПТ-1

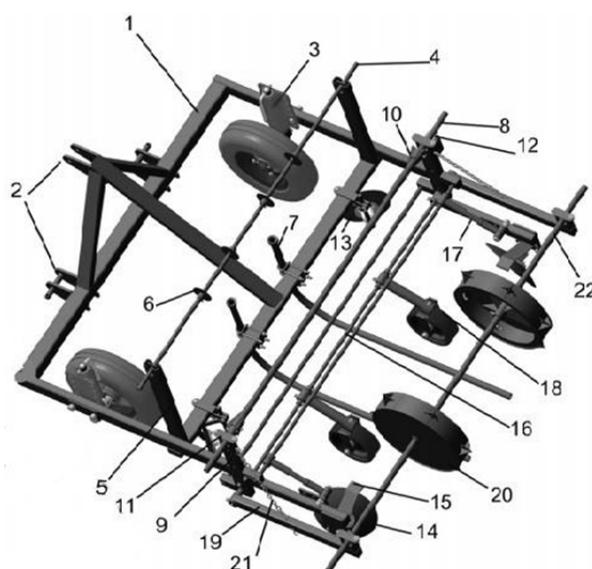


Рисунок 3. — Пленкоукладчик ПУ-1,5

В задней части машины на поворотной рамке 19 на оси 22 устанавливаются колеса 20 для пробивки в пленке отверстий. Шарнирное крепление рамки обеспечивает копирование рельефа почвы. Шаг пробивки отверстий зависит от высаживаемой культуры. Колеса имеют возможность регулировки по ширине установки. Для фиксации при переездах и в транспортном положении рамка устанавливается на двух гибких тягах 21.

Пленкоукладчики-грядообразователи AL-S14 PLUS и PLASTIC-STOP PLUS фирмы Checchi & Magli (Италия) (рисунок 4) образуют уплотненные ровные грядки, закрываемые пленкой, которые потом окучиваются. Рабочий процесс осуществляется при помощи переднего колеса из нержавеющей стали, которым земля уплотняется и трамбуется, парного ролика-разматывателя рулонов (нейлон, бумага, целлюлоза, биоразлагаемые материалы) шириной до 1,4 м и регулируемых в двух направлениях прижимных валиков, позволяющих укладывать пленку на возвышенностях и рельефных выступах. Конструкция машины позволяет использовать ее для формирования гряд или для укладки пленки отдельно. Также можно укладывать ленту капельного орошения [9].

Основным недостатком однооперационных машин является увеличение числа проходов машинно-тракторных агрегатов по полю, что неблагоприятно сказывается на развитии растений. Примером комбинированного агрегата являются сеялки SAMCO различных модификаций производства Samco Agricultural Manufacturing LTD (Ирландия) для посева кукурузы под мульчирующую пленку [10]. Сеялки фирмы SAMCO за один проход осуществляют внесение гербицидов, высев семян и укрытие их биоразлагаемой пленкой, имеют четыре типоразмера: двухрядная SAMCO 2200, четырехрядная SAMCO 41HD, шестирядная SAMCO 7100 и восьмирядная SAMCO 80PT.

Сеялка SAMCO 41HD (рисунок 5) имеет каток в передней части для образования твердого семенного ложа с постоянной глубиной посева. Этот каток также является приводной передачей для высевальных элементов. Посев осуществляется пневматическим дисковым высевальным устройством Optima HD Kverneland. После прохода высевального аппарата почва укрывается биоразлагаемой пленкой. При этом одной полосой пленки укрываются два ряда кукурузы.



а)



б)

**Рисунок 4. — Пленкоукладчики-грядообразователи фирмы Checchi & Magli:
а — AL-S14 PLUS; б — PLASTIC-STOP PLUS**



Рисунок 5. — Сеялка SAMCO 41HD

Однако этот способ пригоден только для специальных биоразлагаемых пленок с перфорацией, так как пленка прорывается ростками растений.

Второй способ предполагает подготовку почвы, укрытие ее пленкой и посев семян через пленку. Процесс посева подразумевает доставку семян в почву путем образования отверстия в пленке. Способ посева через пленку является более универсальным, так как позволяет применять различные укрывные материалы.

В сеялке ModulaJet производства Forigo Roteritalia (Италия) (рисунок 6) семена пневматически отделяются, затем ускоряются в потоке воздуха и через пленку выстреливаются на землю. Это создает очень маленькое отверстие прямо над семенем, которое слишком мало для развития сорняков. Глубина заделки семян регулируется скоростью воздушного потока. Маленькие отверстия в пленке значительно снижают скорость развития сорняков, сокращая последующую послевсходовую обработку. Пневмосистема лучше всего работает с крупными семенами, такими как кукуруза или соя, что несколько ограничивает диапазон применения сеялки. Также необходимо учитывать, что при прохождении семени через пленку возрастает риск нарушения его цельной оболочки или травмирования.

Компания SAMCO производит сеялку PM 8220 (рисунок 7), которая уплотняет почву, укладывает пленку и точно высевает семена с помощью перфоратора колесного блока, обеспечивающего точную глубину посева и расстояние между семенами [11]. Сеялка позволяет осуществлять посев в пленку шириной 1,2...2,2 м, а также устанавливать расстояние между семенами в ряду от 23 до 75 см и расстояние между рядами семян от 10 до 250 см.

В сеялке используются два типа систем доставки семян. При первом способе семена пневмосистемой распределяются по перфорированным отверстиям. Это позволяет выбрать количество семян, посеянных на одно отверстие. Чтобы достичь целевого процента всхожести или в соответствии с существующей системой выращивания, можно высевать от 1 до 20 семян на отверстие. Это достигается подбором перфораторного колеса, чтобы оно соответствовало размерам семян и норме высева. При втором способе используются высевальные аппараты точного высева Kverneland Accord, позволяющие высевать одно семя на отверстие. Настройка на культуру и регулировка нормы высева осуществляются сменой семенного диска и подбором перфораторного колеса.

Комбинированная машина для посева с мульчированием пленкой Spapperi SMP производства фирмы Spapperi NT SRL (США) состоит из пневматической сеялки и пленкоукладчика (рисунок 8) и позволяет за один проход замульчировать почву пластиковой пленкой или укрывным материалом, пробить отверстия в пленке, высевать семена диаметром от 4 мм через эти отверстия и прикатать их сверху. Дополнительно сеялка может быть оборудована приспособлением для укладки под пленку ленты капельного орошения [12].



Рисунок 6. — Сеялка ModulaJet



Рисунок 7. — Сеялка SAMCO PM 8220



Рисунок 8. — Комбинированная машина для посева с мульчированием пленкой Spapperi SMP

Передний каток выравнивает почву и подготавливает семенное ложе. Центральный ролик укладывает на почву пленку, которую удерживают боковые колеса. Затем загортачи присыпают края пленки почвой с каждой стороны для надежной фиксации. После этого колеса сеялки со специальными трубками присасывают семена из бункеров, пробивают пленку и, когда каждая труба достигает вертикального положения, укладывают семена в почву. В конце маленькие колеса прикатывают семена под пленкой. Такая конструкция обеспечивает однородный и точный высев на одинаковую глубину и минимальное повреждение пластиковой пленки для ограничения испарения влаги. Сеялка обеспечивает расстояние между рядами 35...75 см, расстояние между семенами в ряду — 18 см, глубину посева — 4,5 см. Возможна комплектация высевальными колесами для других значений расстояния между семенами и глубины посева.

Таким образом, механическое повреждение пленки высаживающими рабочими органами с одновременным высевом семян является наиболее перспективным направлением.

Заключение. Разработка конструкций посевных агрегатов для осуществления посева пропашных культур под мульчирующую пленку является актуальным направлением. Однако в Республике Беларусь отсутствуют машины для реализации данной технологии возделывания, а зарубежные аналоги являются весьма дорогостоящими [3; 13].

Следовательно, требуется разработка комбинированного агрегата, позволяющего осуществлять посев пропашных культур под мульчирующую пленку, оснащенного высевальным аппаратом, который обеспечивает дозирование семян, пробитие пленки с требуемым шагом, формируя при этом семенное ложе и укладывание семян в почву. При этом не должно происходить забивание высевальных рабочих органов почвой или пленкой [14; 15].

Список цитированных источников

1. Посев сельскохозяйственных культур под мульчирующую пленку / К. Л. Пузевич [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. / редкол.: В. Р. Петровец [и др.]. — Горки : БГСХА, 2020. — Вып. 5. — С. 163—166.
2. Дудка, В. Мульчирование почвы / В. Дудка // Лидер-Агро. — 2018. — № 12 (22).
3. Анализ способов мульчирования / К. Л. Пузевич [и др.] // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения : сб. науч. тр. / редкол.: А. М. Михальченко [и др.]. — Брянск : БрГАУ, 2021. — С. 159—166.
4. Анализ машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку / В. И. Коцуба [и др.] // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения : сб. науч. тр. / редкол.: А. М. Михальченко [и др.]. — Брянск : БрГАУ, 2020. — С. 107—113.
5. Способы мульчирования грунта [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://vladam-seeds.com.ua/ru/agronomiya/sposoby-mulchirovaniya-grunta>. — Дата доступа: 25.11.2021.
6. Коцуба, В. И. Анализ машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку / В. И. Коцуба, К. Л. Пузевич, В. В. Пузевич // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. / редкол.: В. Р. Петровец [и др.]. — Горки : БГСХА, 2021. — Вып. 6. — С. 71—75.
7. Пленкоукладчик УПТ-1 : рук. по эксплуатации УПТ 00.000 РЭ. — Лида, 2018. — 11 с.
8. Пленкоукладчик ПУ-1,5 : рук. по эксплуатации ПУ 00.000 РЭ. — Лида, 2014. — 16 с.
9. Bed maker/mulching film layer AL-S14 PLUS [Electronic resource]. — Access mode: <https://www.checchiemagli.com/en/machines/bed-maker-mulching-film-layer-al-s14-plus>. — Access date: 25.11.2021.
10. SAMCO 41HD [Electronic resource]. — Access mode: <https://www.samco.ie/machinery/40-hd-2>. — Access date: 25.11.2021.

11. Punch film layer [Electronic resource]. — Access mode: <https://www.samco.ie/machinery/punch-film-layer> . — Access date: 25.11.2021.

12. SMP pneumatic seed dril [Electronic resource]. — Access mode: <https://www.spapperi.com/en/product/smp-en> . — Access date: 25.11.2021.

13. Анализ мульчирующих пленок / К. Л. Пузевич [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. / редкол.: В. Р. Петровец [и др.]. — Горки : БГСХА, 2021. — Вып. 6. — С. 135—137.

14. Теоретические основы движения рабочих органов для посева под мульчирующую пленку / В. И. Коцуба [и др.] // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения : сб. науч. тр. / редкол.: А. М. Михальченков [и др.]. — Брянск : БрГАУ, 2021. — С. 241—245.

15. Анализ машин для посева под мульчирующую пленку и обоснование движения их рабочих органов / В. И. Коцуба [и др.] // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. — 2021. — № 3. — С. 146—150.

Поступила в редакцию 13.03.2022.