

Противоэрозионная пакетно-комбинированная пахотно-посевная машина для полосовой обработки почвы на склоне

Anti-erosion package-combined tilling and sowing machine for strip tillage on the slope

А. Г. САМАДАЛАШВИЛИ, канд. техн. наук

Государственный университет им. А. Церетели,
Кутаиси, Грузия, albertisamada@gmail.com

A. G. SAMADALASHVILI, PhD in Engineering

A. Tsereteli State University, Kutaisi, Georgia,
albertisamada@gmail.com

Представлена высокопроизводительная ресурсосберегающая противоэрозионная комбинированная сельхозмашина для полосовой обработки эродированных почв на склонах. Машина обрабатывает только подлежащие посеву полосы шириной 20–30 см и глубиной 15–25 см без переворачивания. Оставшиеся не вспаханые полосы почвы отдыхают и подлежат обработке в последующие годы. За один выход в поле машина выполняет 6–8 операций, а ее рабочие органы расположены двумя пакетами на одной общей раме. Рабочие органы первого пакета (черенковые ножи, лапы глубокорыхлителя, забортач и борона) выполняют рыхление почвы без ее переворачивания, а рабочие органы второго пакета (сеялка и прикатывающие катки) осуществляют посев и уплотнение вспаханной полосы. Машина трехрядная. Ширина междурядья составляет 70 см, полная ширина захвата 170 см, глубина вспашки 15–25 см, ширина вспашки 20–30 см, рабочие скорости 7–9 км/ч, часовая производительность до 1,5 га/ч. Пакетно-комбинированная машина агрегируется с тракторами тяговых классов 1,4–3,0. Благодаря образованию мини-лиманов и максимальному сохранению стерни в почве на продолжительное время сохраняется влага. Это приводит к увеличению толщины плодородного гумусового слоя, сдерживанию эрозионных процессов, в результате чего повышается урожайность. Поскольку сменная производительность предложенной машины для вспашки и посева в 2–2,5 раза выше, чем при сплошной вспашке обычными плугами, а расход горюче-смазочных материалов и загрязнение окружающей среды выхлопными газами в 2–2,5 раза ниже, машину следует рассматривать не только как энерго-, ресурсосберегающую и противоэрозионную, но и как природоохранную.

Ключевые слова: противоэрозионная обработка; пакетно-комбинированная машина; пахотно-посевная машина; черенковый нож; забортач; глубокорыхлитель; борона.

The paper describes a highly productive resource-saving anti-erosion combined agricultural machine for strip tillage of eroded soils on the slopes. The machine treats only the strips intended for sowing of certain width (20–30 cm) and depth (15–25 cm) without overturning. The border strips are resting, and they are to be treated in the years to come. The machine performs 6–8 agricultural operations during one field day; its working organs are arranged in two packages on the single common frame. The working organs of first package (hanging knives, deep tiller blades, covering knife and harrow) perform the loosening of soil layer without its overturning. The working organs of second package (sowing machine and packing wheels) perform the sowing and packing of plowed strip. The machine is a three-row one. The row-width spacing is 70 cm; the overall operating width is 170 cm; the plowing depth is 15–25 cm; the operating rates are 7–9 km/h; the hourly efficiency is up to 1.5 ha/h. The package-combined machine can be aggregated with tractors of 1.4–3.0 drawbar category. Due to the formation of mini inundation canals and maximum retaining of stubble on soil surface, the moisture is preserved in the soil for a long period of time, that leads to the thickening of humus layer of soil, to retarding of development of erosion processes, and as a result to the increase in productivity. Since the output per shift of the proposed tilling and sowing machine is by 2–2.5 times higher than under tillage by means of commonly used plows, and the consumption of combustive and lubricating materials and environmental pollution by exhaust gases are by 2–2.5 times lower, the machine should be considered not only as energy and resource-saving, but as environment-oriented one.

Keywords: anti-erosion treatment; package-combined machine; tilling and sowing machine; hanging knife; covering knife; deep tiller; harrow.

Введение

Эрозия — процесс разрушения и перемещения почв и рыхлых пород ветром и водными потоками, а также в результате механического воздействия опорных частей почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов [1]. Ветровая эрозия возникает на поверхности почвы под воздействием воздушного потока, когда разрушаются почвенные агрегаты, частицы почвы приходят в движение и зачастую переносятся ветром на большие расстояния. Водная эрозия предполагает разъединение и перемещение частиц почвы в результате воздействия энергии воды. Водная эрозия проявляется в

виде смыва и размыва склонов, приводит к резкому падению плодородия почв и снижению урожайности с.-х. культур [2].

Смывы и размывы почвы постепенно выходят из употребления в сельском хозяйстве, способствуют увеличению поверхностных стоков, овражной эрозии, заливанию каналов и водохранилищ, возникновению внезапных наводнений и катастрофических селевых потоков с разрушительными последствиями.

В современных условиях наиболее распространенный вид водной эрозии — ирригационная эрозия, возникающая в результате несоответствия параметров объектов и тех-

ники орошения природно-хозяйственным условиям. При поверхностном орошении эрозия возникает, когда скорость струи оросительной воды превышает допустимую скорость ее впитывания почвой. В случае же дождевого орошения эрозия возникает при таких характеристиках дождя (интенсивности, величине капель и ударной силе), которые приводят к разрушению структуры почвы [3].

Эрозия орошаемых почв может быть вызвана следующими причинами: превышением оросительных норм по сравнению с расчетными в течение продолжительного периода времени; запуском расходов воды из

каналов в оросительную сеть, превышающих проектные показатели; большими потерями воды из каналов; применением неисправных технических средств для дождевания и др.

Снизить и предотвратить ирригационную эрозию можно благодаря проектированию и созданию высоконадежных систем орошения и соответствующих технических средств, а также их рациональной эксплуатации. Большое значение придается совершенствованию оросительных технологий для подачи на орошаемые площади такого объема воды, который будет полностью переводиться во влагу.

Борьба с водной эрозией включает систему организационных и агротехнических мероприятий, основная задача которых — удержание воды в пашне. С этой целью на всех этапах ухода за посевами необходимо создание таких условий и использование таких методов, при которых как оросительные воды, так и атмосферные осадки не образовывали бы потоки, а заполняли почвенные поры и оставались в пашне.

К мероприятиям, направленным против водной эрозии, относятся: обработка почвы и засевание склона в поперечном направлении; контурная вспашка; полосовая вспашка; бороздование; углубление пахотного слоя почвы; обработка почвы без переворачивания; удержание снега на поверхности почвы; создание минилиманов и др.

Для защиты почвы от ветровой эрозии используют комплекс агротехнических мероприятий, которые предполагают обработку почвы без переворачивания, оставление стерни на поверхности почвы, полосовое расположение посевов, систему почвозащитного севооборота и сокращение количества выходов с.-х. агрегатов в поле [4].

Следует отметить, что предпосевная обработка почвы с помощью современных технологий подразумевает несколько выходов агрегатов в поле — вспашку, рыхление, выравнивание поверхности почвы, — что увеличивает агротехнические сроки и себестоимость продукции. Для обработки почвы и посева необходимо наличие в парке нескольких наименований дорогостоящих сельхозмашин, что требует высоких денеж-

ных затрат со стороны фермеров. Кроме того, необходимо выделение больших площадей под стоянку для машин, здания и сооружения для хранения и ремонта машин в зимний период, помещения для хранения горюче-смазочных материалов (ГСМ) и запасных частей. Все это приводит к увеличению численности обслуживающего персонала, денежных затрат и себестоимости продукции, что в конечном счете убыточно для фермеров.

Цель исследования

Цель исследования — разработка высокопроизводительной ресурсосберегающей противоэрозионной комбинированной сельхозмашины для минимальной (полосовой) обработки почвы, которая за один выход в поле способна выполнять несколько операций.

Материалы и методы

По сравнению со сплошной вспашкой предложенный метод минимальной обработки почвы более эффективен и экономичен, поскольку с помощью полосовой пахотно-посевной машины осуществляется обработка только тех полос определенной ширины (20—30 см) и глубины (15—25 см), которые должны быть засеяны (рис. 1). Остальные полосы почвы остаются необработанными, отдыхают и подлежат обработке в последующие годы.

При полосовой вспашке на необработанных полосах почвы сохраняется защитная поверхность. Это один из решающих факторов борьбы с процессами ветровой и водной эрозии почвы и сокращения потерь гумусного слоя, что невозможно в случае сплошной вспашки лемешными плугами. При этом расход ГСМ и затраты времени сокращаются в 2—2,5 раза.

С учетом вышеизложенного представлена схема противоэрозионной пахотно-посевной пакетно-комбинированной машины (рис. 2), предназначенной для полосовой обработки почвы в поперечном направлении на склоне (0—6°).

Результаты и их обсуждение

Машина представляет собой конструкцию на двух опорно-регулируемых колесах, основные сборочные единицы которой: рама, приводная цепь сеялки, прикатывающий каток, сошник, трехзубовая борона, загортач, глубокорыхлитель, черенковый нож, сцепка, семяпровод и трубопровод для подачи удобрений.

Рабочие органы машины собраны на одной общей раме и объединены в два пакета. Рабочие органы первого пакета (черенковые ножи, лапы глубокорыхлителя, загортач и борона) выполняют рыхление почвы без ее переворачивания, а рабочие органы второго пакета (сеялка и прикатывающие катки) осуществля-

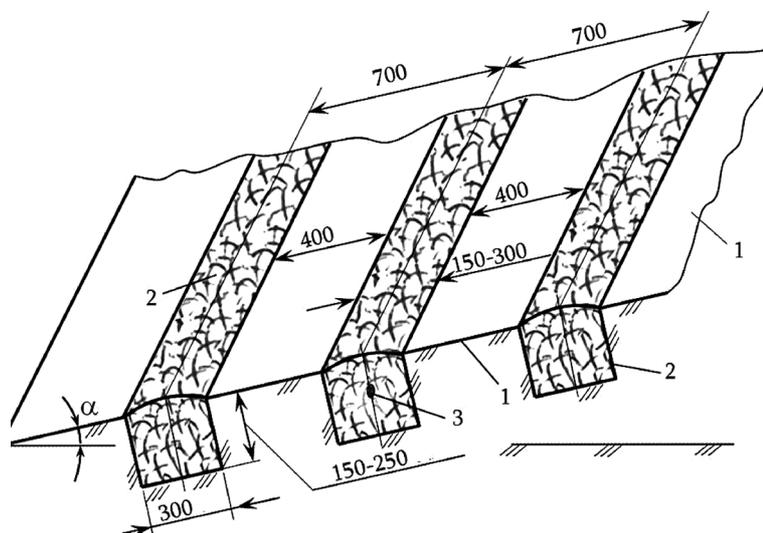


Рис. 1. Схема полосовой вспашки в поперечном направлении на склоне:

1 — неспаханная почва; 2 — вспаханная почва; 3 — семена (удобрения)

ют посев и уплотнение вспаханной полосы.

За один выход в поле машина выполняет 6—8 операций:

- вертикальное резание полос;
- рыхление срезанных полос и их поднятие над невспаханной поверхностью;
- срезание поднятого почвенного слоя и перенос длинных валков на края невспаханных полос с одновременным выравниванием поверхности вспаханных полос;
- боронование разрыхленных полос;
- засевание полос;
- внесение удобрений;
- уплотнение засеянных полос с помощью прикатывающих катков.

Машина работает следующим образом (рис. 3). При движении агрегата закрепленные на раме черенковые ножи углубляются в почву вертикально и срезают почвенный слой глубиной 15—25 см и шириной 20—30 см, который рыхлится лемехами глубокорыхлителя, а затем поднимается на 6—7 см над невспаханной полосой. Поднятая вверх разрыхленная почва с помощью загортача срезается и переносится на края невспаханной полосы, где образует валки.

По всей длине невспаханных полос формируются мини-лиманы, которые сдерживают стекающий со склона водный поток. Благодаря этому вода впитывается во вспаханные полосы, что предотвращает смывание и размывание поверхности почвы, т. е. процессы водной эрозии. Вода, предназначенная для впитывания во вспаханную полосу, впоследствии будет потребляться растением на протяжении всего периода вегетации в соответствии с динамикой роста.

После рыхления полос бороной происходит засевание семян и внесение удобрений, а затем уплотнение почвы прикатывающими катками. Привод устройства для посева осуществляется с помощью цепи от звездочки, насаженной на вал прикатывающего катка.

Глубина хода рабочих органов в почве регулируется с помощью регулировочного механизма опорно-регулирующих колес.

После прохождения прикатывающих катков во вспаханных полосах остается след глубиной 2—3 см

(рис. 4). Это также способствует удержанию воды (в результате возникают мини-лиманы) и ее потреблению растением в течение продолжительного периода времени. Смывание почвы снижается в несколько

раз, сокращаются процессы водной эрозии, сохраняется гумусный слой на поверхности почвы.

Сменную производительность $W_{см}$ противоэрозионной пакетно-комбинированной пахотно-посев-

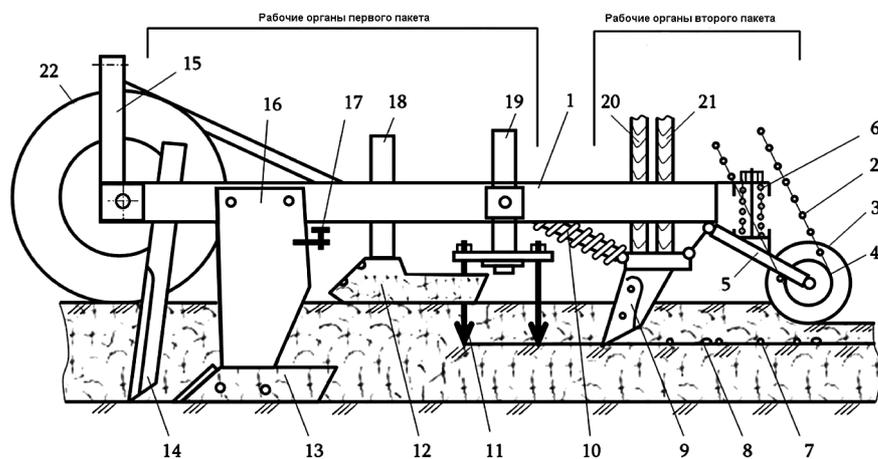


Рис. 2. Схема противоэрозионной пакетно-комбинированной пахотно-посевной машины для полосовой обработки почвы:

1 — рама; 2 — приводная цепь сеялки; 3 — прикатывающий каток; 4 — приводная звездочка цепи; 5 — крепежная штанга прикатывающего катка; 6 — регулировочная пружина нажимной силы прикатывающего катка; 7 — удобрения; 8 — семена; 9 — сошник; 10 — крепежная штанга сошника с пружиной; 11 — зубовая борона; 12 — загортач; 13 — глубокорыхлитель; 14 — черенковый нож; 15 — сцепка; 16 — стойка глубокорыхлителя; 17 — регулировочный болт; 18 — стойка загортача; 19 — стойка зубовой бороны; 20 — семяпровод; 21 — трубопровод для подачи удобрений; 22 — опорно-регулирующие колеса

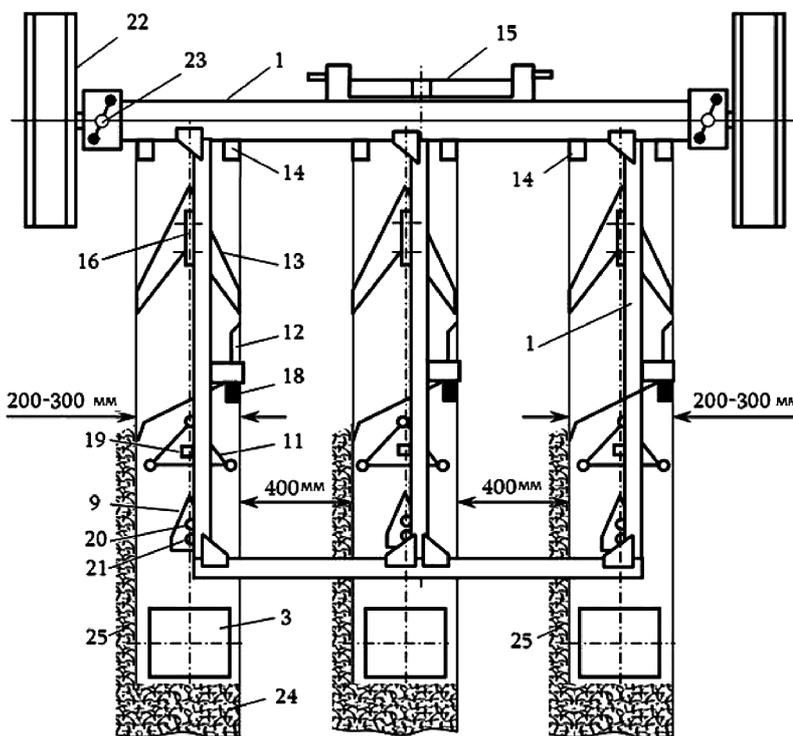


Рис. 3. Схема работы машины:

1—22 — см. рис. 2; 23 — регулировочный механизм; 24 — вспаханная полоса; 25 — почвенные валки

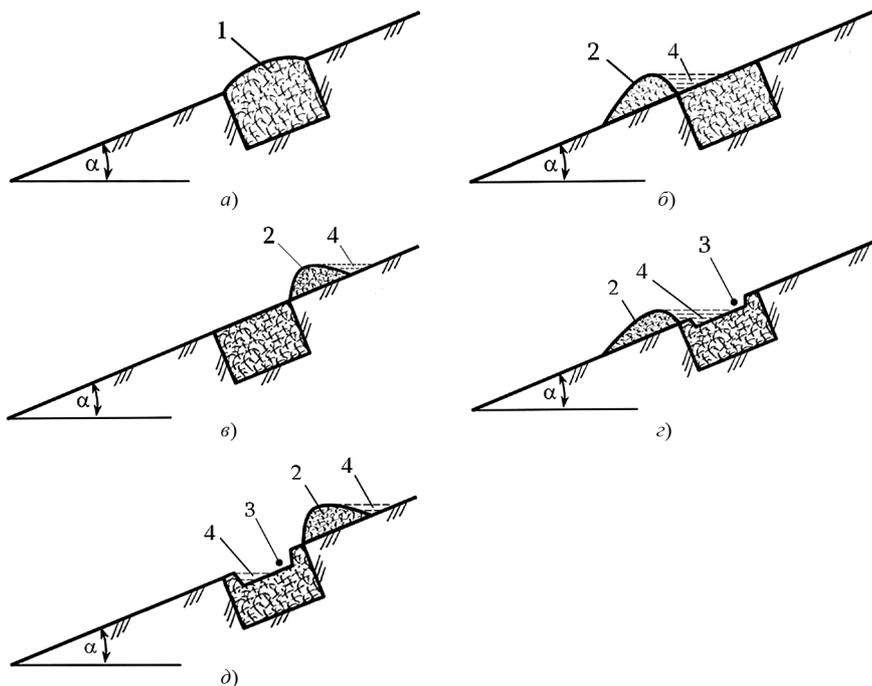


Рис. 4. Почва, обработанная в поперечном склону направлении рабочими органами машины:

1 — вспаханная полоса; 2 — валки почвы, сдерживающие воду для предотвращения смывания; 3 — углубление для сдерживания воды, оставленное прикатывающим катком во вспаханной полосе; 4 — запруженная дождевая вода; а — обработанная почвенная полоса 1 после прохождения вертикально режущих черенковых ножей и глубокорыхлителя; б — продольные валки 2 перемещенной почвы после прохождения загортача в прямом направлении; в — валки 2 после прохождения загортача в обратном направлении; г — мини-лиманы 3, возникшие после прохождения бороны, сеялок и прикатывающих катков в прямом направлении; д — мини-лиманы 3 после прохождения бороны, сеялок и прикатывающих катков в обратном направлении

ной машины для полосовой обработки почвы можно рассчитать по формуле [5] в соответствии с рис. 1:

$$W_{\text{см}} = 0,36 V_p [B_0(n - 1) + B_p n] T_{\text{см}} \tau_{\text{см}},$$

где V_p — рабочая скорость агрегата, м/с; B_0 — ширина не вспаханной полосы, м; B_p — ширина захвата одного глубокорыхлителя, м; n — количество глубокорыхлителей; $T_{\text{см}}$ — продолжительность смены, ч; $\tau_{\text{см}}$ — коэффициент использования сменного времени.

Выводы

1. Сменная производительность предложенной противоэрозионной пакетно-комбинированной пахотно-посевной машины для полосовой обработки почвы значительно выше, чем при сплошной вспашке обычными крыльчатыми плугами. Соответственно, ниже расход ГСМ. Кроме того, уменьшается загрязнение воздуха выхлопными газами двигателя. Поэтому машину следует

рассматривать не только как энерго-, ресурсосберегающую и противоэрозионную, но и как природоохранную.

2. Поскольку почва между вспаханной полосами отдыхает и подлечит обработке в последующие годы, в верхнем слое сохраняется плодородный гумусный слой, сдерживаются эрозионные процессы, в результате чего повышается урожайность.

3. Высок уровень унификации машины, она легко перенастраивается. После снятия с рамы машины некоторых рабочих органов на их место могут быть установлены такие рабочие органы, как: кольчатозубчатые катки, полольные роторы, окучники, ножи для прорезания оросительных мини-каналов, бороздорезы, лапы культиватора, предназначенные для культивации не вспаханной полосы на глубину 2—3 см, и др. В случае необходимости с машины можно демонтировать рабочие органы второго пакета (сеялки и

прикатывающие катки), и она может быть использована как почвообрабатывающая машина.

4. Машина трехрядная. Ширина междурядья составляет 70 см, полная ширина захвата 170 см, глубина вспашки 15—25 см, ширина вспашки 20—30 см, рабочие скорости 7—9 км/ч, часовая производительность до 1,5 га/ч. Машина агрегируется с тракторами тяговых классов 1,4—3,0.

Литература и источники

1. Карпенко А. Н., Зеленов А. А., Халанский В. М. Сельскохозяйственные машины. М.: Агропромиздат, 1976. 510 с.
2. Листопад Г. Е., Семенов А. Н., Демидов Г. К. и др. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: Колос, 1976. 751 с.
3. Натиашвили О., Чиквашвили Б., Шатберашвили П. Справочник мелиоратора. Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1986. 335 с.
4. Грибановский А. П., Бидлингмайер Р. В., Ревакин Е. Л. и др. Комплекс противоэрозионных машин (устройство, регулировка, эксплуатация). М.: Агропромиздат, 1989. 252 с.
5. Самадалашвили А. Г. Определение производительности пахотных и других сельскохозяйственных машин при полосовой обработке почвы: Методическая работа. Свидетельство № 5674. Мцхета: Сакпатенти, 2014.

References

1. Karpenko A. N., Zelenev A. A., Khalanskiy V. M. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny* [Agricultural machines]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1976, 510 p.
2. Listopad G. E., Semenov A. N., Demidov G. K., Zonov B. D., Samunkov A. P., Selivanov V. A. *Sel'skokhozyaystvennyye i meliorativnyye mashiny* [Agricultural and ameliorative machines]. Moscow, Kolos Publ., 1976, 751 p.
3. Natiashvili O., Chikvashvili B., Shatberashvili P. *Spravochnik melioratora* [Handbook for an irrigation engineer]. Tbilisi, Sabchota Sakartvelo Publ., 1986, 335 p.
4. Gribanovskiy A. P., Bidlingmayer R. V., Revyakin E. L., Kuz'min G. P., Kovaleshchenko A. P., Iordanskiy R. B., Suchkov B. T. *Kompleks protivoeozionnykh mashin (ustroystvo, regulirovki, ekspluatatsiya)* [Set of anti-erosion machines: design, adjustment, operation]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989, 252 p.
5. Samadalashvili A. G. *Opreделение proizvoditel'nosti pakhotnykh i drugikh sel'skokhozyaystvennykh mashin pri polosovoy obrabotke pochvy* [Determination of performance of ploughing and other agricultural machines during strip tillage]. Certificate no. 5674. Mtskheta, Sakpatenti Publ., 2014.