

## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ КАМНЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

В. В. СЫСОЕВ

Комитет по сельскому хозяйству и продовольствия Минского облисполкома,  
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: sisoev-vv@tut.by

(Поступила в редакцию 15.07.2021)

В статье рассмотрены вопросы влияния засоренности почв камнями на проведение сельскохозяйственных работ; недобор в получении валового сбора зерновых культур, рост материальных затрат на проведение химической защиты урожая, повышенный износ рабочих органов, приводящий к частым отказам сельскохозяйственных машин. Проведен анализ конструкций камнеуборочных машин. Рассмотрены основные конструктивные особенности наиболее распространенных модификаций современных камнеуборочных машин, имеющиеся конструктивные недоработки конструкций и недостатки, влияющие на производительность сельскохозяйственных машин данной категории. Приведена классификация камнеуборочных машин по размеру извлекаемых камней, по способу уборки, по способу отделения камней от земли, по способу выгрузки, по количеству осей бункера машины. Сделаны выводы о необходимости модернизации камнеуборочных машин современных конструкций с целью адаптации для работы в условиях сельского хозяйства Республики Беларусь. Выполнен краткий обзор импортных моделей различных производителей камнеуборочных машин в целях проведения работ по созданию аналога отечественного производства. Проанализирована необходимость проведения дополнительных агротехнических мероприятий в целях подготовки необходимого агрофона для проведения работ по уборке камней на различных моделях камнеуборочных машин различных производителей. Приведены различные схемы комбинированного использования камнеуборочных машин с различными рабочими органами. Сделан анализ необходимости проведения предварительных работ для оптимальной работы различных видов камнеуборочных машин. Определена необходимость модернизации основных рабочих органов камнеуборочных машин и необходимость проведения испытаний различных видов машин с различной конструкцией рабочих органов. Приведен список используемой литературы при написании статьи.

**Ключевые слова:** почва, камни, сельскохозяйственные машины, камнеуборочные машины, анализ конструкций.

The article deals with the influence of soil contamination with stones on agricultural work; shortage in receiving the gross harvest of grain crops, an increase in material costs for chemical protection of the crop, increased wear of working bodies, leading to frequent failures of agricultural machines. The analysis of designs of stone-picking machines has been carried out. The main design features of the most common modifications of modern stone harvesting machines, existing design flaws and shortcomings that affect the performance of agricultural machines of this category are considered. The classification of stone harvesting machines is given by the size of the extracted stones, by the method of harvesting, by the method of separating stones from the ground, by the method of unloading, by the number of axles of the machine bunker. Conclusions are made about the need to modernize stone pickers of modern designs in order to adapt them to the work in agricultural conditions of the Republic of Belarus. A brief overview of imported models of various manufacturers of stone harvesting machines has been carried out in order to carry out work to create an analogue of domestic production. The necessity of carrying out additional agrotechnical measures in order to prepare the necessary agricultural background for carrying out work on collecting stones on various models of stone harvesting machines from different manufacturers is analyzed. Various schemes of combined use of stone harvesting machines with different working bodies are presented. An analysis is made of the need for preliminary work for the optimal operation of various types of stone harvesting machines. The need to modernize the main working bodies of stone harvesting machines and the need to test various types of machines with different designs of working bodies has been determined. The list of used literature when writing the article is given.

**Key words:** soil, stones, agricultural machines, stone pickers, analysis of designs.

### Введение

Засоренность почв камнями является одним из важнейших факторов, препятствующих в сжатые сроки окультуриванию почв из-за невозможности использования скоростных широкозахватных сельскохозяйственных, землеройных и культуртехнических машин.

Наличие камней ведет к резко возрастающим динамическим нагрузкам на рабочие органы, что обуславливает их износ и поломки. Обусловленные этим простои техники составляют до 60 % сменного времени. Увеличение тяговых сопротивлений и возрастающие динамические нагрузки снижают производительность агрегатов на 10...39 %.

При обработке почвы, засоренной камнями, неизбежны огрехи, которые зарастают сорняками, распространяющимися по всему полю. Засоренность поля камнями объемом 10 м<sup>3</sup>/га, что составляет порядка 125 м<sup>2</sup> площади, ведет к потерям урожая зерновых около 0,2 ц/га, при объеме камней 25 м<sup>3</sup>/га площадь составляет уже 570 м<sup>2</sup>, а недобор урожая – почти 1 ц/га. К тому же на каменистых почвах снижается и эффективность химических способов борьбы с сорняками, ростки которых закрыты наружной поверхностью камня и защищены от химикатов.

В зависимости от характера засоренности почв и размерномассовых характеристик камней применяются различные способы уборки и средства механизации для их выполнения. Применительно к условиям Республики Беларусь возможными и известными способами очистки почв от камней или удаления камней в зависимости от их размеров являются следующие: очень крупные и крупные кам-

ни – захоронение, т. е. погружение на глубину, при которой камни не мешают проведению сельскохозяйственных работ, и раскалывание камней с целью облегчения их дальнейшей транспортировки и переработки; крупные и средние камни – извлечение или корчевка полускрытых и скрытых камней, погрузка в транспортные средства или перемещение к месту временного складирования или утилизации; мелкие камни – извлечение, валкование, сбор, погрузка в транспортные средства, вывоз к месту временного складирования или утилизации, измельчение камней на месте их нахождения.

Цель статьи – анализ камнеуборочных машин, выявление производственных характеристик и их анализ.

### Основная часть

В зависимости от назначения и последовательности выполнения технологических операций машины можно подразделить на группы: машины и приспособления для извлечения крупных валунов диаметром более 70 см; машины и оборудование для раскалывания камней; машины и приспособления для извлечения средних камней размером более от 30 до 70 см; машины для уборки мелких камней диаметром от 5 до 30 см; погрузочные средства; транспортные средства; средства механизации для измельчения камней на месте их размещения; оборудование для дробления камней и сортировки щебня.

Для захоронения, корчевания, раскалывания, перемещения волоком очень крупных и крупных камней зачастую применяются общестроительные (одноковшовые экскаваторы, бульдозеры, рыхлители, мелиоративные корчеватели) или специальные камнеуборочные машины.

Для уборки средних и мелких камней обычно применяются специальные камнеуборочные машины. Их можно разделить на следующие группы: машины для извлечения камней, рыхлители-вычесыватели камней, подборщики-транспортировщики камней, валкователи камней, подборщики камней из валков, валкователи-подборщики камней, машины для очистки верхнего слоя почвы с просеиванием почвы, машины для дробления камней на месте их расположения. По схеме агрегатирования они бывают навесными, полунавесными, прицепными и полуприцепными. По схеме работы бывают циклического и непрерывного действия. Привод активной части рабочего оборудования может осуществляться от ВОМ или от гидромоторов.

Отечественными и зарубежными производителями осуществляется выпуск, различных по принципу действия, камнеуборочных машин, которые могут выполнять сбор и вывоз камней, выкорчевывание камней из почвы, дробление камней и последующей их уборки.

Для уборки средних и крупных камней используют машины циклического действия, а также бульдозеры и корчеватели. Для уборки таких камней применяется камнеуборочная машина КУМ-1,25 (рис.1а) [2], которая может использоваться как на равнинной местности, так в районах горного и предгорного земледелия. При этом способе машина подбирает камни, перебрасывает их в бункер, а затем перевозит к месту выгрузки. Однако при таком способе полускрытые камни остаются неубранными, что снижает качество работы. Аналогичную машину LAR, имеющую конструктивные отличия в расположении вычесывающей гребенки, производят в Литве (рис.1б) [1]. Корчеватель камней Steinsammer NEU (рис.1в) [9], в конструкции которого имеется регулируемое прицепное устройство, на котором располагается двузубый корчеватель, сама же машина оснащается защитными ячеистыми сетками.



а – КУМ-1,25 (РФ);



б – LAR (Литва);



в – Steinsammer NEU (Германия)

Рис. 1. Камнеуборочные машины: а – Камнеуборочная машина КУМ-1,25 (РФ); б Камнеуборочная машина – LAR (Литва); в– Камнеуборочная машина Steinsammer NEU (Германия)

Аналогом данной машины является устройство Л. Н. Буркова [3] для корчевки полускрытых камней, в котором корчующий зуб расположен справа на лонжеронах трактора, а камень подби-

рается гребенкой и перемещается в бункер прицепа.

Уборка средних и мелких камней (от 12 до 70 см) камнеуборочными машинами производится как с поверхности почвы, так со слоя, глубиной до 15 см: Kivi-Pekka (рис.2а) [4], ККМ-1 (рис.2 б) [3]. Принцип действия этих машин основывается на вращении роторных механизмов, которое осуществляется в направлении, обратном тому, в котором передвигается машина. С их помощью камни перемещаются к центральной части машины, где захватываются зубцами подъемного барабана и проходят через сито в сборный бункер. Комья земли в этот момент осыпаются на землю. Ёмкость бункера варьируется в пределах 1,5–2,5 тонн, и после его наполнения, он разгружается. Поворот бункера назад при разгрузке камней осуществляется гидроцилиндром. Наличие гидросистемы позволяет оператору управлять камнеуборочной машиной прямо из кабины трактора. Рабочая ширина подборщика камней может составлять 4 м, 5 м и 6 м. Эти машины относятся к циклическому типу действия.

Уборка мелких камней размером от 5 см до 30 см в настоящее время применяется не во всех хозяйствах. Для уборки мелких камней применяются камнеуборочные машины зарубежного производства: Kivi-Pekka 4/5/6 (рис. 2а) [4], Kongskilde Stonebear 5200 (рис. 2в) [4, 6]. Работе этой группы машин должна предшествовать качественная подготовка почвы (пахота, культивация), т. к. при наличии крупных комков почвы, машины производят большой вынос почвы вместе с убираемыми камнями.



а – Kivi-Pekka 6 (Финляндия);



б – ККМ-1 ( Республика Беларусь);



в – Kongskilde STONEBEAR 5200 (Дания)

Рис. 2. Машины для уборки средних и мелких камней: а – Kivi-Pekka 6 (Финляндия); б – ККМ-1 (Республика Беларусь); в – Kongskilde STONEBEAR 5200 (Дания)

В отдельную группу следует выделить машины непрерывного действия с грабельно-роторным рабочим органом, рыхлящим грунт зубьями и забрасывающим камни ротором в бункер-накопитель (рис. 3а, б) [8]. Такого типа машины могут работать как отдельно, так и в комплексе с валкователями камней, например камнеподборщик RS320 JUMBO и валкоукладчик Schulte SRW1400 (рис. 3в, г) [5]. Валкователь производит сбор в валки мелкие и средние камни на поверхности почвы, а камнеуборочная машина убирает камни диаметром от 51 до 711 мм с поверхности почвы из валков в бункер, транспортирует их и выгружает в местах складирования или на краю поля. Недостатком валкообразующих машин (рис.3в) [5] является невозможность уборки камней, которые частично залегают в почве и находятся в углублениях микрорельефа. При этом зуб валкователя, соприкасающийся с поверхностью камня, вминает его в почву и не перемещает его в сторону формируемого валка.



а – Degelman 7200 SignatureTM \*14+ (Канада)



б - ВПК 4,5 (Республика Беларусь)



в – Валкоукладчик Schulte SRW1400 (Канада)



г – Камнеподборщик Schulte RS320 JUMBO (Канада)

Рис. 3. Грабельно-роторные подборщики: а – Degelman 7200 SignatureTM \*14+ (Канада); б - ВПК 4,5 (Республика Беларусь); в – Валкоукладчик Schulte SRW1400 (Канада); г – Камнеподборщик Schulte RS320 JUMBO (Канада)

Однако работа машины ВПК - 4,5 (рис.36) [10] возможна только после предварительной подготовки почвы: уборки крупных камней, уничтожения корневищ сорняков и пахоты.

Машины для уборки средних и мелких камней оснащаются в большинстве случаев накопительными бункерами объемом от 1,5 до 2,5 м<sup>3</sup> с ходовыми колесами. Для снижения уплотняющего воздействия ходовых систем камнеуборочных машин с полезным объемом кузова более 2 м<sup>3</sup> и повышенной грузоподъемностью применяется tandemный тип подвески опорных колес, снижающий поворачиваемость машины (рис. 2 а, г).

Одним из факторов, влияющих на снижение эффективности работы камнеуборочных машин с накопительным бункером, является потеря времени на разравнивание технологического материала в бункере. Необходимость разравнивания технологического материала в бункере периодически возникает из-за скопления подаваемых уборочной частью машины камней и других примесей в передней части бункера, вблизи схода вороха с решетки уборочной части машины. При этом скопившийся ворох препятствует прохождению подаваемого вороха вглубь бункера и камни скатываются вниз по уборочной части. Процесс разравнивания вороха в бункере заключается в остановке, частичном подъеме бункера и вибрационными действиями гидросистемы, производимыми оператором, смещении вороха из передней части бункера в центр и в заднюю часть [3].

Наиболее функциональной является камнеуборочная машина Grimme CS 1700 CombiStar (рис. 4) [7] предназначенная для предпосадочной подготовки почвы под картофель, которая осуществляет комплекс последовательных операции по сбору и сепарации камней в кузов, либо осуществляет их боковую выгрузку в рядом идущее транспортное средство или на поверхность почвы в валок.



Рис. 4. Сепарирующая машина Grimme CS 1700 CombiStar (Германия)

По результатам проведенного анализа камнеуборочных машин приведена классификация машин с учетом их особенностей (рис. 5).



Рис. 5. Классификация камнеуборочных машин

### Заключение

Существующие конструкции камнеуборочных машин обладают рядом недостатков: низкой универсальностью, необходимостью проведения подготовительных работ, малой производительностью и высокой стоимостью уборочных работ, сами же конструкции имеют те или иные недостатки. Модернизация таких машин позволит повысить их технико-эксплуатационные показатели, снизить величину уплотняющего воздействия ходовой системы на почву и сократить количество аварийных отказов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Камнеуборочные машины LAR, Laumetris [Электронный ресурс] // ЗАО «Laumetris» [Официальный сайт] – Режим доступа: [http://www.laumetris.lt/ru\\_lar\\_stone\\_collector\\_камнеуборочные\\_машины](http://www.laumetris.lt/ru_lar_stone_collector_камнеуборочные_машины). – Дата доступа: 26.08.2021.
2. Пат. 2373674 Российская Федерация, МПК A01B 43/00. Камнеуборочная машина [Текст] / М. Ч. Дудиев, Т. Т. Гаппов, Б. Б. Басаев, А. М. Касаев; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Горский государственный аграрный университет»; заявл. 13.06.2007; опубл. 27.11.2009.
3. Пат. 2267244 Российская Федерация, МПК A01B 43/00. Способ уборки камней и устройство для его осуществления [Текст] / Л. Н. Бурков; заявитель и патентообладатель Л. Н. Бурков; заявл. 04.07.2003; опубл. 10.01.2006.
4. Камнеуборочные машины Kivi – Pekka [Электронный ресурс] // Компания «Максимум-Агро» [Официальный сайт]. – Режим доступа: [http://maximum-agro.ru/goods/Kamneuborochnye-mashiny-Kivi\\_Pekka?yclid=189597072079723016](http://maximum-agro.ru/goods/Kamneuborochnye-mashiny-Kivi_Pekka?yclid=189597072079723016). – Дата обращения: 26.08.2021.
5. SCHULTE – Камнеподборщики [Электронный ресурс] // «Компания ЛоГус» – официальный импортер компании Schulte Industries Ltd. (Канада) [Официальный сайт]. Режим доступа: [http://www.logus\\_schulte.ru/?page=rock\\_removal](http://www.logus_schulte.ru/?page=rock_removal). – Дата обращения: 11.02.2017.
6. Kongskilde – STONEBEAR Stone collector [Электронный ресурс] // Kongskilde Agriculture Russia [Официальный сайт]. – Режим доступа: <http://www.kongskilde.com/ru/ru>. – Дата обращения: 26.08.2021.
7. Сепарирующая машина Grimme CS 150 [Электронный ресурс] // Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG [Официальный сайт]. – Режим доступа: <https://www.grimme.com/ru/products/separierungstechnik/cs-serie>. – Дата доступа: 30.08.2021.
8. Камнеуборочная машина Degelman 7200 Signature [Электронный ресурс] // Компания «ИнстерАгроТрейд»: сельскохозяйственная и коммунальная техника [Официальный сайт]. – Режим доступа: <http://insteragrottrade.ru/node/318>. – Дата доступа: 30.08.2021.
9. Камнеуборочные машины: классификация, модели, цены [Электронный ресурс] // «Спецтехника Инфо» [Информационный портал]. – Режим доступа: <http://spectehnika-info.ru/obzor-камнеуборочных-машин/>. – Дата доступа: 30.08.2021.