

УДК 625.76.08

ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ СОВРЕМЕННЫХ АВТОГРЕЙДЕРОВ

Ш.К. Мукушев, В.В. Филиппи
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В данной статье приведен обзор конструкций современных автогрейдеров отечественного и зарубежного производства, обобщен новый материал по данной теме. Приведены технические характеристики автогрейдеров, описываются их отличительные особенности. Особое внимание уделяется техническим решениям, связанным с модернизацией конструкций отвала автогрейдера. Обозначены пути совершенствования конструкций рабочего органа автогрейдера, выявлены основные тенденции развития конструкций современных автогрейдеров отечественного и зарубежного производства.

Ключевые слова: автогрейдер, рабочий орган, землеройно-транспортная машина, отвал автогрейдера.

Введение

В настоящее время наметилась тенденция увеличения объемов строительства, ремонта и содержания дорог. Нерациональное использование мощностных параметров требует все большее внимание уделять совершенствованию конструкций машин, разработке новых и модернизации существующих рабочих органов, так как повышение производительности землеройно-транспортных машин находится в прямой зависимости от конструкции рабочего органа и тягово-сцепных характеристик машины. В связи с этим повышаются требования к землеройно-транспортным машинам, как одним из основных машин в парке дорожно-строительной техники.

Автогрейдер является самой универсальной и многофункциональной землеройно-транспортной машиной. Поэтому процесс управления автогрейдера и его рабочим органом (отвалом) является сложной операцией, требующей больших навыков и умений оператора. При этом очень часто требования к точности профиля земляного полотна не выполняются с первого

раза, что приводит к увеличению числа проходов, а, следовательно, – к снижению производительности автогрейдера.

Производством этих машин занимаются многие компании, как в России, так и за рубежом. РМ-Терекс – совместное предприятие российской корпорации «Русские машины» и компании Terex Corporation. Оно объединяет известные машиностроительные заводы России, выпускающие строительно-дорожную технику под брендами Terex, ЧСДМ, Брянский Арсенал. На данный момент СП РМ-Терекс является крупнейшим производителем автогрейдеров серии ГС и ТГ (завод «Брянский Арсенал») и ДЗ (завод «ЧСДМ») [1]. Также известными российскими компаниями по производству автогрейдеров являются ЗАО «Дормаш» и завод «Ирмаш». За рубежом ведущими фирмами по производству автогрейдеров являются Caterpillar, John Deere, Komatsu, Fiat-Allis, Frisch, Aveling Borford, Mitsubishi, Bolinder, Hall-Nord, XCMG, HBM-Nobas, ОАО «Амкодор».

В таблице 1 приведены основные параметры и отличительные особенности современных автогрейдеров.

Таблица 1 – Основные параметры и отличительные особенности современных автогрейдеров

Модель, производитель, страна	Колесная формула	Тяговый класс	Мощность, кВт (л.с)	Отличительные особенности
1	2	3	4	5
John Deere 872G, США	1×3×3	250	198 (265)	Система амортизации отвала; двигатель с мокрым исполнением гильз блока цилиндров; вкладыши тяговой рамы и поворотного круга самосмазывающиеся; вертикальное исполнение фильтров мостов, КПП и гидросистемы [2]; пуск двигателя от кнопки; 7-позиционный отвал; переключение скоростей без выжимания педали сцепления; мосты снабжены дифференциалами
Volvo G976, Швеция	1×3×3	250	198 (265)	Двигатель низкоэмиссионный дизельный с турбонаддувом; режим ползания привода на все колеса;
Caterpillar 14M, США	1×3×3	250	193 (262)	Пропорционально-гидравлическая электрогидравлическая система управления; система лазерного нивелирования грунта Ace Grade; система автоматического регулирования мощности двигателя; управление с помощью 2-х джойстиков; трансмиссия типа DPS с демпферными элементами; модульная конструкция системы балансирных тележек заднего моста в виде съемных унитарных блоков [3]; несущая рама с колесными парами большего размера; приводная муфта скольжения; устройство блокирования гидросистемы
ГС-18.06, Ирмаш, Россия	1×2×3	180	132 (177)	Угол складывания рамы -26°; переключение передач без разрыва потока мощности; разгруженные полуоси и самоблокирующийся дифференциал на ведущем заднем мосте; неполноповоротное РО; поворотный механизм оснащен системой, предохраняющей РО от поломки при наезде краем отвала на непреодолимое препятствие
ДЗ-98В, ЧСДМ, Россия	1×3×3	250	202 (275)	Фрикционные муфты вынесены из корпуса КПП; неполноповоротный отвал; полуоси разгруженного типа; шарнирная подвеска переднего моста, а заднего и среднего моста - балансирная с реактивными штангами; трансмиссия механическая с приводом на все колеса с механизмом отключения переднего моста
HBM-Nobas BG 240 TA-4, Германия	1×3×3	250	172 (234)	Шарнирно-сочлененная рама с углом поворота 30° передней полурамы рабочего оборудования; трансмиссия с преобразователем крутящего момента; гидростатический передний привод; поворотный круг на скользящих направляющих с предохранительной муфтой в приводе поворотного круга; система 2D-3D нивелирования

Продолжение Таблицы 1

XCMG GR-215, Китай	1×3×3	180	160 (215)	Оборудован передним и средним ножом с системой срезания, рыхления и отвала грунта; вращение ножа на 360°; шарнирно-сочлененная рама с углом разворота 25°; нож с двухсторонней заточкой тормозная система со встроенными пневмогидроаккумуляторами;
Komatsu GD-705A-4, Япония	1×2×3	180	149 (200)	Гидросистема рулевого управления с полноповоротным клапаном; рамы сочленяются посредством 2-х гидроцилиндров; самоблокирующиеся дифференциалы
ГС-25.12, Брянский Арсенал, Россия	1×3×3	250	177 (238)	Гидромеханическая трансмиссия с АКПП; работа на грунтах IV категории без предварительного рыхления; применение гидропривода для активации переднего управляемого моста; шарнирно-сочлененная рама

Особенности конструкций и рабочего органа современных автогрейдеров

Одним из путей эффективного применения автогрейдера является модернизация рабочего органа. В настоящее время разработчики все большее внимание уделяют совершенствованию конструкций рабочего органа, использованию современных высококачественных материалов, применению принципиально новых систем управления рабочим органом, а также разработке универсальных конструкций рабочего органа с возможностью применения дополнительных секций.

Фирма John Deere выпустила новый автогрейдер John Deere 872G. Технические решения и инновации принятые в компании позволили сделать модель наиболее производительной и удобной в обслуживании и эксплуатации. Шарнирно-сочлененная рама и поворотный механизм в совокупности с 7-ми позиционным отвалом делают эту машину наиболее интересной с точки зрения работы с основным отвалом. Его можно гибко настраивать под необходимые условия эксплуатации, что существенно влияет на производительность при разных типах грунта. Снижению эксплуатационных расходов способствует усовершенствованный грейдерный отвал, облегчающий процесс его позиционирования и, как следствие, точности профилирования обрабатываемой грунтовой поверхности за счет самоочищающейся направляющей поперечного сдвига и легко заменяемых изнашиваемых вкладышей [2]. При изготовлении отвала используется патентованный процесс предварительного напряжения, придающий отвалу исключительную прочность и долговечность. Дополнительная система амортизации отвала защищает

элементы конструкции от повреждений при наезде на препятствия.

Автогрейдер Caterpillar 14M был разработан специально для профилирования земляного полотна. На автогрейдере Caterpillar 14M применена электросолоотниковая пропорционально-гидравлическая система управления [3]. Плавающее положение предусмотрено конструкцией гидрораспределителей подъема отвала. Функция плавающего положения позволяет отвалу свободно перемещаться под действием собственного веса. Когда в плавающем положении находятся оба цилиндра, отвал следует профилю дороги, к примеру, при уборке снега. Когда в плавающем положении находится один цилиндр, нижняя часть отвала следует профилю твердой поверхности, а другим цилиндром оператор задает уклон откоса. Длинная колесная база позволяет располагать отвал под острым углом, благодаря чему грунт будет перемещаться с меньшим сопротивлением. Это особенно полезно при работах с очень сухим материалом или связным грунтом. Благодаря оптимальному профилю и большому расстоянию до верхнего закругления отвала материал перемещается быстро и эффективно, а работа выполняется быстрее с меньшим потреблением мощности и экономии топлива [3]. Упрочненные термообработкой направляющие отвала, закаленные режущие кромки и боковые накладки, а также болты большого диаметра обеспечивают высокую надежность и срок службы отвала. Гидроцилиндр бокового смещения отвала расположен слева, чтобы избежать контакта со снежным плугом. Благодаря конструкции рычажного механизма отвала увеличена его рабочая зона, что обеспечивает особые преимущества при

профилировании откосов средней высоты и расчистке траншей. Уникальная система крепления уменьшает колебания отвала. Вертикальные и горизонтальные регулировочные болты удерживают сменные накладки в установленном положении. Поэтому достигается высокая точность при установке положения отвала и значительно сокращается время обслуживания.

Автогрейдер ГС-18-06 предназначен для выполнения энергоемких земляных работ большого объема или работ в тяжелых дорожных условиях. Рабочее оборудование автогрейдера выполнено в неполноповоротном варианте, что упрощает конструкцию, повышает надежность и соответственно снижает цену. При угле поворота отвала $\pm 60^\circ$ обеспечиваются все рабочие операции автогрейдера. Мощные гидроцилиндры поворота отвала позволяют корректировать угол захвата под нагрузкой без остановки машины. Поворотный механизм оснащен системой, предохраняющей рабочее оборудование от поломки при наезде краем отвала на непреодолимое препятствие [4].

На российском рынке пользуются все большим спросом автогрейдеры немецкой марки HBM-NOBAS, поставками которых до настоящего времени занимались дилеры. Автогрейдеры HBM-NOBAS BG 240 TA-4 – немецкие профессионалы точной планировки и ремонта дорог. Гидросистема типа Load-Sensing позволяет очень точно управлять любыми движениями отвала. Гидравлическое управление качающейся поперечиной с диапазоном перестановки отвала на 90° вправо или влево обеспечивает наилучшие результаты работ на откосах и траншеях. Установка перегрузочного сцепления в приводе поворотного круга защищает отвал от повреждений. Гидравлическая перестановка угла подрезки отвала обеспечивает оптимальные согласования с характеристиками сопротивления материала. Направляющие балки отвала из специальной стали (Hardox) регулируются в вертикальной и горизонтальной плоскостях [5].

Китайская продукция в сегменте автогрейдеров представлена также довольно широко. Основная масса машин продается у нас под маркой XCMG. Единственная полноприводная модель GR 215A также уже хорошо известна в России [6]. Автогрейдер XCMG GR 215A предназначен для работы на дорогах, в горной промышленности, на аэродромах, гидротехнических и др. объектах, где требуется выравнивание поверхности. Полноповоротный отвал обеспечивает эффективные

условия для проведения планировочных работ как при движении передним ходом, так и при движении назад. Встроенный в тяговую раму рабочего органа гидроцилиндр перемещения грейдерного отвала позволяет более эффективно использовать тяговые характеристики автогрейдера. Грейдерный отвал и бульдозерный отвал оборудован двойным поворотным кругом и поворотным желобом. Взаимодействие системы управления и поворотного круга отличается высокой точностью. Управление отвалом производится при использовании пары гидроцилиндров, что позволяет изменять угол наклона рабочего органа в зависимости от требований планировочных работ или рельефа местности.

Прекрасно зарекомендовали себя в России автогрейдеры Komatsu. Автогрейдеры Komatsu с шарнирно-сочлененной рамой оснащают двигателями собственного производства, коробкой передач Hydroshift с гидравлическим приводом и многодисковым сцеплением с принудительной смазкой, герметизированными для защиты от абразивных частиц маслоохладяющими дисковыми тормозами [7]. Автогрейдер Komatsu GD705A-4A является прямым конкурентом самому популярному отечественному автогрейдеру ДЗ-98. Универсальность применения достигается за счет использования отвала длиной 4320 мм с гидравлически управляемым поворотом, который облегчает работу на трудных участках. Поворот отвала, позволяет легко выравнивать поверхность дорог даже на сложных участках, где размещены подземные люки или углы. Угол захвата отвала может регулироваться до 90° с обеих сторон машины. Нож отвала имеет коробчатую конструкцию и изготовлен из износостойкой стали. Боковой сдвиг отвала и управление наклоном его ножа производится гидравлическим способом. Разворачиваемые накладные боковые режущие кромки и боковые ножи крепятся к отвалу. Возможность подрезки насыпи под углом 90° достигается за счет того, что приводимый в действие гидравлической системой отвал может устанавливаться под прямым углом с любой стороны. Нужный угол захвата может устанавливаться оператором из кабины. Это ускоряет и облегчает работу оператора и увеличивает производительность его труда. Управление поворотом отвала и его наклоном производится с помощью гидравлической системы: облегчает часто повторяемые движения отвала. Большой поворот отвала значительно упрощает ведение работ по резанию и выравниванию грунта на больших

площадях. Поскольку наличие гидроцилиндра управления отвалом позволяет регулировать угол захвата, то возможность достижения высокой производительности машины на земляных работах будет больше зависеть от характера перемещаемого грунта.

Вывод

Таким образом, анализ существующих конструкций отечественного и зарубежного производства выявил основные тенденции развития в области совершенствования автогрейдеров:

1. многократное улучшение управляемости рабочего органа;
2. модернизация конструкции рабочего органа (отвала);
3. улучшение тягово-сцепных свойств автогрейдера;
4. улучшение эргономических показателей;
5. повышение долговечности путем применения новых более прочных и износостойких материалов и более совершенных технологий изготовления;
6. автоматизация управления приводами для уменьшения расхода энергии и повышения производительности автогрейдера;
7. более широкая унификация деталей и узлов.

Библиографический список

1. Ганжа, В.А. О классификации автогрейдеров / В.А. Ганжа, Е.Г. Зеленкова // Строительные и дорожные машины. – 2014. – № 2. – С. 2-6.
2. Кушнерев, В.Д. Автогрейдеры John Deere: будущее уже сегодня / В.Д. Кушнерев // Строительные и дорожные машины. – 2011. – № 1. – С. 6-8.
3. Автогрейдеры Cat 14M и 16M // Строительные и дорожные машины. – 2011. – № 4. – С. 16-20.
4. Максимов, В.М. Новое поколение автогрейдеров / В.М. Максимов // Строительные и дорожные машины. – 2011. – № 12. – С. 4-7.
5. Малютин, Л.Л. Автогрейдер шагает по стране [Электрон. ресурс] / Л.Л. Малютин // Основные средства. – 2012. – №6. – Режим доступа: (<http://www.os1.ru>)
6. Третьяков, Р.М. Дорожный виртуоз. Краткий обзор современных автогрейдеров [Электрон. ресурс] / Р.М. Третьяков // Основные средства. – 2014. – №8. – Режим доступа: (<http://www.os1.ru>)
7. Толмачев, Л.М. Универсальная дорожно-строительная машина. Обзор российского рынка грейдеров [Электрон. ресурс] / Л.М. Толмачев // Основные средства. – 2008. – №1. – Режим доступа: (<http://www.os1.ru>)

REVIEW OF DESIGNS OF MODERN GRADERS

Sh. K. Mukushev, V.V. Filippi

Abstract. The review of designs of modern graders of domestic and foreign production is provided in this article, new material on this subject is generalized. Technical characteristics of graders are given, their distinctive features are described. The special attention is paid to the technical solutions connected with modernization of designs of a dump of the grader. Ways of improvement of designs of working body of the grader are designated, the main tendencies of development of designs of modern graders of domestic and foreign production are revealed.

Keywords: grader, working body, digging transport vehicle, grader dump.

References

1. Ganzha V.A., Zelenkova E.G. O klassifikacii avtogrejderov [On the classification of motor graders]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2014, no 2, pp. 2-6.
2. Kushnerev V.D. Avtogrejder John Deere: budushhee uzhe segodnja [Graders John Deere: future today]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2011, no 1, pp. 6-8.
3. Avtogrejder Cat 14M i 16M [Motor graders Cat 14M and 16M]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2011, no 4, pp. 16-20.
4. Maksimov V.M. Novoe pokolenie avtogrejderov [The new generation of motor graders]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2011, no 12, pp. 4-7.
5. Maljutin L.L. Avtogrejder shagaet po strane [Avtogreyder walks on country]. *Osnovnye sredstva*, 2012, no 6. Available at: <http://www.os1.ru>
6. Tret'jakov R.M. Dorozhnyj virtuos. Kratkij obzor sovremennyh avtogrejderov [Road virtuoso. Short review of modern graders]. *Osnovnye sredstva*, 2014, no 8. Available at: <http://www.os1.ru>
7. Tolmachev L.M. Universal'naja dorozhno-stroitel'naja mashina. Obzor rossijskogo rynka grejderov [Universal road-building car. Review of the Russian graders]. *Osnovnye sredstva*, 2008, no 1.5. Available at: <http://www.os1.ru>

Мукушев Шадат Курмашевич (Россия, Омск) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: mshadat@mail.ru).

Филиппи Владислав Викторович (Россия, Омск) – магистрант кафедры «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: vladislav.filippi.93@mail.ru).

Mukushev Sh.K. (Russian Federation, Omsk) – candidate technical sciences, docent, » The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: mshadat@mail.ru).

Filippi V.V. (Russian Federation, Omsk) – undergraduate of The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: vladislav.filippi.93@mail.ru).