

Проф. А. А. БРОМБЕРГ, канд. техн. наук Н. П. ВОЩИНИН, канд. техн. наук Я. М. ПИКОВСКИЙ,
канд. техн. наук С. М. ПОЛОСИН-НИКИТИН, инж. А. З. ШАРЦ

МАШИНЫ ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

АТЛАС КОНСТРУКЦИЙ

Под редакцией проф. А. А. БРОМБЕРГА

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

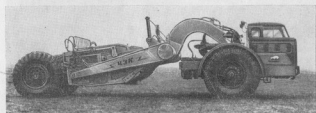
Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР
в качестве учебного пособия для высших учебных заведений по специальности
„Строительные и дорожные машины и оборудование“



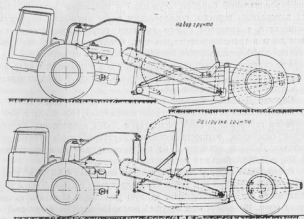
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Машгиз 1959

рычагов заслонки из мертвого положения. В момент разгрузки заслонка открывается путем выдвижения задней стенки ковша. При этом осуществляется принудительная разгрузка грунта из ковша с помощью гидродвигателей. Насосы гидросистемы имеют производительность 100—150 л/мин при давлении 70—80 кг/см². Для наполнения ковша скрепера при резании грунта применяется толкач.



Фиг. 12. Самоходный скрепер Д-468 с ковшем емкостью 4—5,25 м³.



Фиг. 13. Рабочие положения самоходного скрепера с ковшем емкостью 4—5,25 м³.

Самоходный скрепер Д-357Г с ковшем емкостью 9—11 м³ с тягачом МАЗ-529В (листы 30 и 31) имеет гидравлическое управление. Передок скрепера соединен с тягачом универсальным шкворнем, обеспечивающим свободу взаимных поворотов скрепера и тягача в двух плоскостях. Наполнение ковша при резании грунта осуществ-

ляется с помощью толкача — трактора С-80 — или двухосного колесного тягача, приспособленного для толкания скрепера. Особенностью скрепера является применение специальных штампованных профилей с автоматической сваркой, что значительно облегчает его вес. Основные узлы и элементы гидропривода используются от гидросистемы экскаватора Э-153. Два плунжерных насоса типа НПА-64 дают суммарную производительность 200 л/мин при 1500 об/мин. Насосы приводятся от коробки отбора мощности тягача. Распределитель состоит из трех секций, каждая из которых обслуживает по два цилиндра привода ковша, заслонки и задней стенки.



Фиг. 14. Самоходный скрепер Д-357Г с ковшем емкостью 9—11 м³.

Самоходный скрепер Д-357Э с ковшем емкостью 9—11 м³ с тягачом МАЗ-529В (лист 32) запрокинутый с канатным управлением от электролебедок. Питание двигателей этих лебедок осуществляется от электрогенератора, установленного на тягаче. Лебедка подъема ковша с двигателем мощностью 28 кВт и лебедка подъема заслонки с двигателем мощностью 10 кВт установлены на арке-хоботе. Лебедка механизма выдвижения задней стенки с двигателем мощностью 28 кВт установлена между колесами скрепера. Ограничение хода канатов осуществляется с помощью конечных выключателей.

Скрепер самоходный Д-392 с ковшем емкостью 15—18 м³ с тягачом мощностью 300 л. с. (лист 33). Характерной особенностью компоновки этого скрепера является наличие канатно-блочного управления, осуществляемого от двухбарабанной лебедки, на тягаче с пропуском канатов к скреперу через полый шкворень тягача. Разгрузка ковша — принудительная. В процессе резания грунта и наполнения ковша скрепера требуется применение толкача мощностью 14 л. с.

Прицепные и самоходные скрепера, создаваемые на базе унификации их основных узлов, представлены на листе 34. Там же приведены техническая характеристика и таблицы, показывающие принцип унификации, предложенной инж. В. А. Федоруком.

Техническая характеристика самоходных скреперов

Параметры	Скрепера			
	Д-468	Д-357Г	Д-357Э	Д-392
Тягач	МАЗ-533	МАЗ-529В	МАЗ-529В	МАЗ-531
Мощность двигателя в л. с.	120	180	180	300
Емкость ковша скрепера в м ³ :				
геометрическая	4,0	9,0	9,0	15,0
с шпалкой	5,25	11,0	11,0	18,0
Ширина резания наиболь- шая в мм	2400	2720	2720	2810
Глубина резания наиболь- шая в мм	250	300	300	300
Толщина слоя отсыпки грун- та в мм	500	450	450	500
Управление	Гидравлическое		Электрогидравлическое	Канатное
Дорожный просвет в мм	500	550	520	500
Угол поворота тягача в град.	±90	±90	±90	±90
Размеры шин в дюймах	18,0—24	21,0—28	21,0—28	27,0—32
Наибольшая скорость передви- жения в км/час	40	40	40	40
Вес в кг:				
тяги	5500	8500	8500	14000
скрепера	4500	8600	9200	14000
Колесная база в мм	5500	5985	5950	—
Ширина колеи скрепера в мм	1900	2200	2200	2050
Габаритные размеры агрегата в мм:				
длина	8300	10200	10200	12360
ширина	2880	3230	3220	3250
высота	2470	3200	2950	2600
Боковой вывал тягача отно- сительно скрепера в град.	±30	±20	±20	±15
Вес воздуха с грунтом в кг	20000	34000	33200	55000

АВТОГРЕЙДЕРЫ

Основной областью применения автогрейдеров является производство планировочных и профилировочных работ при сооружении земляного полотна автомобильных и железных дорог. Автогрейдеры тяжелого типа можно применять и при возведении земляного полотна. Они используются также для очистки автомобильных дорог от снега.

Автогрейдеры получают все более широкое распространение также в аэродромном, гидромелиоративном и сельскохозяйственном строительстве при сооружении различных площадок, профилированных выемок и насыпей. Автогрейдеры используются в качестве базы для различного сменного навесного оборудования: грейдер-элеватора, рыхлителя, фрезы, снегоочистителя и др.

Техническая характеристика автогрейдеров

Параметры	Автогрейдеры				
	Д-265	Д-446	Д-144	Д-426	Д-395
Тип автогрейдера	Легкий		Средний		Тяжелый
Отвал в мм:					
длина	3000	3140	3700	3780	3700
высота	500	500	540	575	700
вынос в сторону	950	700	1400	1300	1400
углы в град.:					
завалта	±70	360	360	360	360
рессины (максимальная)	76	60	96	75	80
Двигатели:					
марка	Д-54	СМД-7	КДМ	ЯАЗ-201А	2Т16
мощность в л. с.	54	65	100	110	150
Скорость движения в км/ч:					
вперед:					
первая передача	1,76	3,75	4,28	4,06	3,5
вторая передача	3,22	6,0	4,6	7,32	4,87
третья передача	5,76	10,2	5,58	9,42	5,55
четвертая передача	9,8	11,2	7,85	13,80	8,32
пятая передача	17,9	18,0	10,35	17,45	10,8
шестая передача	32,0	33,5	14,45	18,00	13,7
седьмая передача	—	—	18,6	32,00	19,2
восьмая передача	—	—	26,7	41,20	28,4
назад:					
первая передача	2,0	4,4	3,87	Пять скоростей	4,1
вторая передача	11,0	14,0	6,56	3—24	5,77
Размер шин в дюймах	12,00—20	12,00—20	14,00—20	14,00—20	16,00—24
Число осей в шт.:					
общее	3	3	3	2	3
ведущие	2	2	2	2	3
управляемые	1	1	1	1	1
База в мм:	5150	4650	5800	5700	6300
Колес в мм:	1800—1850	1850	2000	2200	2250
Дорожный просвет в мм (Клиренс):	300	430	400	350	400
вес в кг:	—	2200	300	—	570
число зубьев в шт.:	—	5	5	9	5
расстояние между зубьями в мм:	—	200	289	—	275
Габариты в мм:					
длина	6550	6700	8200	7320	10 000
ширина	2300	2300	2460	2535	2 650
высота	2650	3300	3940	3180	3 500
Вес в кг:	8600	7800	13400	9300	~19 000
Управление рабочими органами	Механическое	Гидравлическое	Механическое	Гидравлическое	Механическое

Легкий трехосный автогрейдер Д-265 (листы 35 и 36) предназначен для выполнения текущего и среднего ремонта дорог и постройки профилированных дорог в средних грунтовых условиях. На автогрейдер установлен двигатель Д-54, который через трансмиссию и ведущие колеса сообщает движение автогрейдеру, а через коробку управления осуществляет привод механизмов управления

отвалом. Коробка передач трехскоростная и трехходовая. Двухскоростная коробка уменьшения хода позволяет вдвое увеличить число скоростей. Рабочим органом автогрейдера является отвал длиной 3000 мм. Автогрейдер Д-265 выпускался серийно.

Легкий трехосный автогрейдер Д-446 с гидравлическим управлением (листы 37—39) имеет такое же назначение, что и автогрейдер Д-265.

Наиболее характерным для этого автогрейдера является возможность изменения наклона передних колес, расположение кривошика за отвалом, наличие гидравлической системы рулевого управления следующего типа, возможность применения пневматических шин арочного типа, перемещение отвала по направляющим в обе стороны по отношению к тяговой раме, осуществляемое отдельным гидравлическим цилиндром.

На автогрейдер Д-446 (фиг. 15) установлен двигатель мощностью 65 л. с. с пуском от электростартера.



Фиг. 15. Легкий трехосный автогрейдер Д-446 с гидравлическим управлением и арочными шинами.

Все шестерни коробки передач находятся в постоянном зацеплении и переключение скоростей производится зубчатыми муфтами. Задний мост и коробка передач с холодуменьшителем объединены в одном блоке из стального литья. Автогрейдер Д-446 выпускается серийно.

Средний двухосный автогрейдер Д-426 с гидравлическим управлением (листы 40—42). Все колеса автогрейдера являются ведущими и управляемыми (фиг. 16). Рулевое управление гидравлическое. На автогрейдер установлен двигатель ЯАЗ-201А мощностью 110 л. с.

Автогрейдер имеет муфту сцепления от двигателя ЯАЗ-201А, коробку передач, раздаточную коробку и карданную передачу к переднему и заднему мостам.

В раздаточной коробке предусмотрена передача заднего хода, позволяющая получить пять скоростей движения назад. На наружном конце вала раздаточной коробки установлен центральный тор-

моз трансмиссии; управление тормозом осуществляется от педали и рычага. Колеса автогрейдера тормозами не оборудованы. Передний и задний мосты автогрейдера унифицированы. Главный редуктор мостов двухступенчатый. Полуоси мостов разгруженного типа. Механизм поворота отвала состоит из двух цилиндров, расположен-



Фиг. 16. Средний двухосный автогрейдер Д-426 с гидравлическим управлением.

ных под углом один к другому. Штоки цилиндров соединены эксцентрично с ведущим колесом, находящимся в зацеплении с зубчатым венцом поворотного круга. Отвал оборудован механизмом выноса, осуществляющим перемещение отвала по направляющим. Распределитель гидросистемы состоит из восьми секций, соединенных в один блок. Секция управления поворотом передних колес оборудована штурвалом. Секция поворота задних колес управляет самостоятельным рычагом. Угол поворота передних и задних колес возможен до 30° в каждую сторону.

Средний трехосный автогрейдер Д-144 (листы 43—53). Основным рабочим оборудованием автогрейдера является отвал и кривошик, устанавливаемый впереди отвала (фиг. 17). Поворотный круг подвешивается к тяговой раме при помощи двух боковых и двух передних направляющих башмаков, на которые опирается венец поворотного круга. Передние башмаки укреплены жестко и служат базой поворотного круга. Задние башмаки служат для установки и центрирования поворотного круга; положение их можно изменять перестановкой болтов. Основная рама представляет собой жесткую сварную конструкцию. Задние колеса являются ведущими.

Привод осуществляется от двигателя через трансмиссию, имеющую два тормоза: центральный — дисковый и гидравлический, действующий на ведущие колеса. Механизм подъема отвала состоит из двухступенчатого редуктора, горизонтального вала с кривошипом и телескопической тяги. Наличие дополнительного и сменного рабочего оборудования к автогрейдеру Д-144 значительно расширяет область его применения.

На листе 48 показано дополнительное оборудование: удлинитель отвала, откосник и приспособление для уширения корыта.

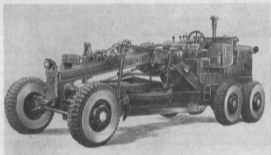
Удлинитель отвала представляет собой дополнительный отвал (того же профиля, что и основной), прикрепляемый на основном отвале болтами. Вследствие увеличения вылета ножа удлинитель соединяется с основной рамой цепью, длина которой регулируется перестановкой звеньев. Вес удлинителя 110 кг.

Откосник служит для планировки откосов и крепится к основному отвалу таким же способом, как удлинитель. Вес оборудования 190 кг.

Приспособление для уширения корыта представляет собой небольшой скошенный отвал, который крепится к середине основного отвала специальными захватами. Вес приспособления 210 кг.

На листах 49—53 представлено сменное навесное оборудование к автогрейдеру Д-144: бульдозер, скрепер и грейдер-элеватор.

Навесной бульдозер (лист 49) крепится на основной раме и является сменным оборудованием, управляемым механизмом подъема и опускания кирковщика. Вес этого навесного оборудования 780 кг.

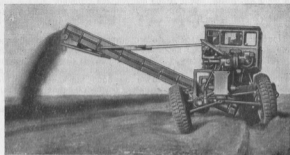


Фиг. 17. Средний трехосный автогрейдер Д-144.

Навесной скрепер (лист 50) имеет ковш геометрической емкости 3 м³ с принудительной разгрузкой по схеме скрепера Д-147. Управление подъемом и опусканием ковша осуществляется от механизмов подъема отвала, а перемещение задней стенки — специальным редуктором и зубчатой-речной передачей. Подъем и опускание заслонки производится от механизма подъема кирковщика. Вес всего навесного оборудования скрепера составляет примерно 2300 кг. Целесообразность применения такого оборудования нуждается в практической проверке, так как при мощности двигателя около 100 л. с. ковш скрепера имеет емкость всего 3 м³.

Навесной грейдер-элеватор (листы 51—53). Для установки грейдер-элеваторного оборудования необходимо осуществить демонтаж тяговой рамы и кирковщика. Испытание грейдер-элеватора на автогрейдер Д-144 (фиг. 18) показало целесообразность применения этого вида сменного оборудования. Подъем транспортера плужной балки осуществляется от механизмов подъема отвала и кирковщи-

ка с незначительными изменениями. Интересно осуществлен привод транспортера от двигателя через специальный редуктор. Навесное оборудование грейдер-элеватора производится серийно.



Фиг. 18. Грейдер-элеватор на автогрейдер Д-144.

Средний трехосный автогрейдер с электроуправлением (листы 54 и 55) для ремонтных и строительных работ в легких условиях. Ходовая система имеет передний мост, управляемый и два задних — ведущих. Привод на ведущие мосты осуществляется от двигателя мощностью 100 л. с. Управление рабочими органами в данном варианте осуществляется от индивидуальных электродвигателей постоянного тока, питаемых генератором мощностью 3—5 кВт при напряжении 26 в. Механизм подъема отвала показан на листе 55.

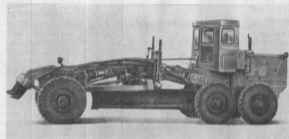
Тяжелый трехосный автогрейдер Д-395Г с гидравлическим управлением (лист 56). Гидравлическая схема управления выполнена по аналогии с автогрейдером Д-426. Для производства принят тяжелый трехосный автогрейдер Д-395 с механической передачей.

Тяжелый трехосный автогрейдер Д-395 (листы 57—66) имеет три ведущих моста. Мосты унифицированы. Колея переднего моста управляется. Привод ходового оборудования и рабочих органов осуществляется от двигателя мощностью 150 л. с. (фиг. 19). Для увеличения передаточного отношения главной передачи мосты имеют бортовые редукторы, расположенные внутри колеса. Тяговая рама и поворотный круг литые. Включение муфт системы управления пневматическое. Рулевое управление имеет пневматический сервомеханизм следующего действия.

Для автогрейдера применены шины низкого давления с регулированием давления из кабины водителя. Рычаги управления автогрейдера выведены в кабину водителя. Кабина обогревается от системы охлаждения двигателя. В трансмиссии автогрейдера может быть применен гидротрансформатор, который дает возможность приспосабливать режим работы силовой установки к различным условиям работы автогрейдера. Наличие гидротрансформатора, позволяющего регулировать в достаточно широких пределах скорость ведомого вала и обеспечивая плавность включения передач. Ввиду того, что время резания грунта автогрейдером может быть весьма продолжительным, необходимо предусмотреть интенсивное охла-

ждение рабочей жидкости гидропередачи. Некоторый перерасход топлива при этом компенсируется повышением производительности за счет автоматизации управления и бесступенчатого изменения передач в трансмиссии.

В гидротрансформаторе ротор скреплен с колесом насоса; ротор и колесо насоса вращаются как одно целое на двух шарикоподшипниках. На хвостовике ротора насажен диск сцепления, соединенный с маховиком двигателя. Внутри ротора размещены: колесо турбины, колесо направляющего аппарата и обгонное устройство. На ведомом валу установлена поворотная втулка, которая может поворачиваться на небольшой угол. На втулке закреплены реактивное колесо и рычаг, связанный шарнирно со штоком амортизатора. Амортизатор соединен рычагом с регулятором двигателя. Масляный насос шестеренчатого типа, имеет перепускной клапан, рассчитанный на давление 3—4 кг/см². Работа гидротрансформатора происходит следующим образом. Двигатель через стандартную муфту сцепле-



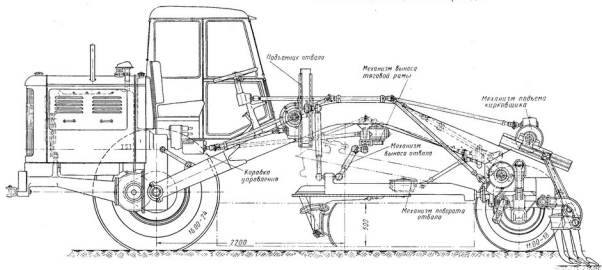
Фиг. 19. Тяжелый трехосный автогрейдер Д-395.

ния вращает ротор трансформатора. При заполнении маслом полости внутри ротора, колесо насоса ротора отбрасывает масло к периферии; масло поступает на лопасти турбинного колеса и вращает его. Турбинное колесо передает вращение ведомому валу и далее коробке передач. С лопасти турбины масло поступает на лопасти колеса направляющего аппарата-реактора, посредством которого подача жидкости на лопасти насосного колеса осуществляется в определенном направлении. Наличие реактора позволяет получить на валу турбины момент, отличный по величине от момента, развиваемого двигателем. Под влиянием потока жидкости реактор стремится вращаться вслед за турбинным колесом. Амортизационное устройство предотвращает поворот реактора. Таким образом заканчивается круг циркуляции жидкости. Рабочий объем круга циркуляции должен быть всегда заполнен жидкостью. Масло в рабочий объем круга циркуляции подается масляным насосом через радиатор охлаждения и золотник. Из рабочего объема круга циркуляции масло вытекает через специальное отверстие и удаляется через диф-

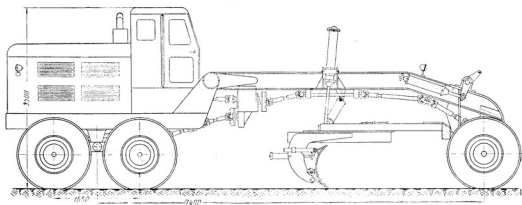
фузор и расширитель в картер трансформатора. При легких режимах работы момент на ведомом валу трансформатора будет меньше момента двигателя, а число оборотов ведомого вала выше числа обо-

ротов вала двигателя. Обгонная муфта не позволяет ведомому валу увеличивать число оборотов.

Мощность гидротрансформатора обычно равна или несколько больше мощности двигателя привода.



Фиг. 20. Легкий двухосный автогрейдер Д-393.



Фиг. 21. Тяжелый автогрейдер с двигателем мощностью 309 л. с.

На фиг. 20 показан легкий двухосный автогрейдер Д-393, разработанный на принципе унификации ряда узлов системы автогрейдеров легкого, среднего и тяжелого типа с механической системой управления.

На фиг. 21 представлен вариант тяжелого автогрейдера с гидравлическим управлением. Этот автогрейдер трехосный со всеми ведущими и управляемыми колесами.

Ножи для бульдозеров, скреперов и автогрейдеров

Большой объем выпуска ножевых землеройных машин вызвал необходимость нормализации конструкций ножей.

Нормами ВН 387—392 «Строительного и дорожного машиностроения» (лист 67 и табл. 1—3) установлены профили и основные размеры ножей. На листе 67, фиг. 1 и 2, представлены плоские ножи с одним и двумя рядами крепежных отверстий.

Таблица 1

Ножи для дорожных землеройных машин

Параметры ножа	Обозначение	Размеры в мм							
		120	150	200	250	300	350	450	
Ширина	<i>B</i>	120	150	200	250	300	350	450	
Толщина	<i>S</i>	12	12	16	16	20	20	25	
Толщина лезвия	<i>S₁</i>	4	6	8	10				
Ширина выноса или жила термосварки	<i>b</i>	25	30	40	50	60			
Расстояние между рядами отверстий	<i>C₁</i>	50			70; 100	100; 140			
Расстояние от крошки до продольной оси отверстий	<i>C</i>	0,5 (<i>B</i> , <i>C₁</i>)					225		
Размер стороны квадратного отверстия под крепежный болт	<i>a</i>	14	14	18	18	18	18	18	
Диаметр заповани отверстия под крепежный болт	<i>D</i>	22	22	30	30	30	30	30	
Диаметр крепежного болта	<i>d</i>	M12	M12	M16	M16	M16	M16	M16	
Теоретический вес 1 пог. м в кг		10,2	12,8	17,1	23,4	27,9	35,7	45,7	
						54,9	64,7	137,7	