

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
КАЗАХСКАЯ ГОЛОВНАЯ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ

Факультет общего строительства

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к лабораторной работе  
«Изучение конструкции и исследование основных  
параметров автогрейдеров»  
по дисциплине «Строительные машины»  
для студентов инженерно-строительных специальностей

Алматы 2007

УДК 621. 878 (075.8)

Составители: Бурцев В.В., Мауленов Ж.К., Нурпеисова С.А.

Методические указания к лабораторной работе «Изучение конструкции и исследование основных параметров автогрейдеров» по дисциплине «Строительные машины» для студентов инженерно-строительных специальностей. - Алматы: КазГАСА, 2007.- 18 с.

Методические указания составлены в соответствии с программой курса «Строительные машины» для студентов специальности «Строительство». Рассмотрены назначение, области применения, классификация, основные параметры, конструктивные особенности, принцип работы автогрейдеров с гидравлическим управлением. Приводятся краткие технические характеристики современных автогрейдеров с системами автоматического управления, даются расчеты по определению основных эксплуатационных показателей.

Рекомендуются для студентов инженерно-строительных специальностей.

Библиограф. 9 назв.

Рекомендовано к изданию Научно-методическим советом Факультета общего строительства, протокол № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Печатается по плану издания Казахской головной архитектурно-строительной академии на 2006-2007 уч. год.

Рецензент: Касенов К.М., канд. техн. наук, проф. КазГАСА

© Казахская головная  
архитектурно-строительная  
академия, 2007

## 1. Общие сведения

Автогрейдер – это самоходная землеройно-транспортная машина на пневмоколесном ходу с отвальным рабочим органом, которая послойно отделяет грунт от массива и перемещает его на незначительные расстояния. Отвал размещается в средней части машины между передними и задними колесами и может устанавливаться под различными углами к трем главным осям: продольной, поперечной и вертикальной, а также выноситься в сторону, это существенно расширяет технологические возможности машины. Все современные автогрейдеры имеют гидравлическую систему управления.

Цель работы – ознакомить студентов с назначением, областью эффективного применения, классификацией, основными параметрами, конструктивными особенностями, принципом работы, техническими характеристиками современных автогрейдеров, оборудованных системами автоматического управления, методикой расчета основных эксплуатационных показателей

## 2. Назначение, область применения, классификация автогрейдеров

Автогрейдер (рис.1) предназначен для послойной разработки грунтов I и II категорий и планировки земляных поверхностей при строительстве и содержании автомобильных и железных дорог, аэродромов, при промышленном, гражданском, гидротехническом и ирригационном строительстве. С помощью автогрейдеров профилируют и планируют поверхности, возводят насыпи высотой до 0,6 м, отрывают и очищают кюветы и канавы треугольного и трапецеидального профилей, сооружают корыта для дорожных оснований, перемешивают и разравнивают грунт, щебень, гравий и вяжущие материалы, а также разрушают дорожные покрытия при ремонте дорог, расчищают от снега дороги и площади. С предварительным рыхлением ими можно разрабатывать грунты до IV категории. Современные автогрейдеры имеют общую компоновочную схему, при которой двигатель и кабина расположены в задней части машины, а отвал с механизмом выноса – в середине колесной базы.



Рис. 1. Общий вид автогрейдера

Автогрейдеры классифицируют по массе машины и соответствующей ей мощности двигателя, количеству осей и типу колесной схемы ходовой части, типу системы управления и привода рабочих органов.

**По массе и соответствующей ей мощности двигателя** они делятся на четыре типа:

легкие – масса 9 т и мощностью двигателя 45...65 кВт;

средние – масса 10...13 т и мощностью двигателя 80...82 кВт;

тяжелые – масса 14-19 т и мощностью до 110... кВт;

особо тяжелые – 20...24 т и мощностью до 180 кВт.

*Легкие автогрейдеры* применяют на работах по содержанию и мелкому ремонту грунтовых дорог — срезки бугров, засыпки и разравнивания ухабов, придания земляному полотну правильного поперечного профиля, планировки обочин, очистки дорог от снега и т. п.

*Средние автогрейдеры*, кроме перечисленных выше работ, применяются на работах по среднему ремонту для восстановления полного профиля грунтовых и гравийно-щебеночных дорог с устройством боковых водоотводных канав, для разравнивания песка, гравия и щебня при устройстве дорожных оснований, а также для устройства насыпей из боковых резервов в легких и средних грунтах, планировки откосов и на других земляных работах в средних грунтовых условиях.

*Тяжелые автогрейдеры* применяются для устройства грунтовых, гравийных и щебеночных покрытий, распределения гравийных и щебеночных материалов, устройства усовершенствованных покрытий способом смещения дорожно-строительных материалов, выполнения отделочных работ, удаления снежных завалов и т. п.

*Особо тяжелые* – на строительстве дорог в тяжелых грунтовых условиях, при планировке аэродромов и др.

**По конструктивному исполнению ходовых устройств** они бывают двухосными и трехосными. Колеса передней оси у всех автогрейдеров управляемые, у тяжелых – они еще и ведущие. Особенности конструкции ходового устройства отражаются колесной формулой типа  $A \times B \times C$ , где  $A$ ,  $B$  и  $C$  – число осей соответственно управляемых, ведущих и общее. Легкие автогрейдеры имеют колесную формулу  $1 \times 2 \times 3$  и  $1 \times 2 \times 2$ , средние –  $1 \times 2 \times 3$  и  $2 \times 2 \times 2$ , тяжелые и особо тяжелые  $1 \times 3 \times 3$ , и  $3 \times 3 \times 3$ .

С увеличением числа осей улучшаются планирующие свойства машины, Увеличение количества ведущих осей повышает тяговые возможности машины, а увеличение числа осей с управляемыми колесами – ее маневренность. Однако автогрейдеры с колесной формулой  $1 \times 3 \times 3$  и особенно  $3 \times 3 \times 3$  сложны конструктивно, дороги в изготовлении, их выпуск ограничен и не превышает 4 % от общего количества. Наиболее распространенный в строительстве трехосный автогрейдер с двумя ведущими задними осями и передней осью с управляемыми колесами имеет колесную формулу  $1 \times 2 \times 3$ .

**По управлению рабочим органом** различают автогрейдеры с механической (обычно легкие автогрейдеры) и гидромеханической системами привода.

На современных автогрейдерах применяют только гидравлическую систему управления с объемным гидроприводом.

Главными параметрами автогрейдера являются масса машины и мощность двигателя. К основным параметрам относятся: колесная схема, скорости движения, длина  $B$  и высота  $H$  отвала, вертикальное давление на нож, колесная база общая  $L_1$ , колесная база задней тележки  $L_0$ , дорожный просвет  $h_1$ , угол резания ножа  $\beta$ , угол срезания откосов  $\gamma$ , угол наклона отвала  $\gamma_1$ , угол захвата  $\alpha$ , боковой вынос отвала  $l$ , заглубление отвала  $h$ , колея передних  $B_п$  и задних  $B_з$  колес, габаритные размеры: длина  $A$  и высота  $D$  машины (рис.2).

Скорости движения автогрейдера не более 4 км/ч для рабочего режима и не менее 30 км/ч для транспортного режима.

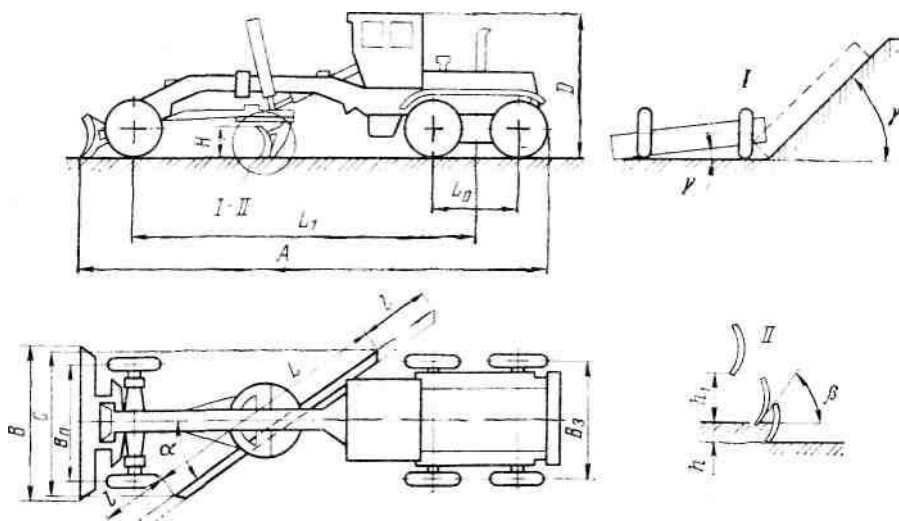


Рис. 2. Основные параметры автогрейдера и его рабочих органов

В приложении 1 приведены технические характеристики автогрейдеров.

### 3. Устройство и принцип работы

Автогрейдер (рис. 3) представляет собой самоходную с однодвигательным приводом машину, состоящую из следующих частей: основной рамы 1, являющейся каркасом машины и несущей все остальные узлы, тяговой рамы 6 с установленными на ней поворотным кругом и отвалом с ножом, дополнительного рабочего оборудования 8, двигателя 2, пневмоколесной ходовой части с передним 7 и задними 3 мостами, трансмиссии 4, механизмов управления, расположенных в кабине 5.

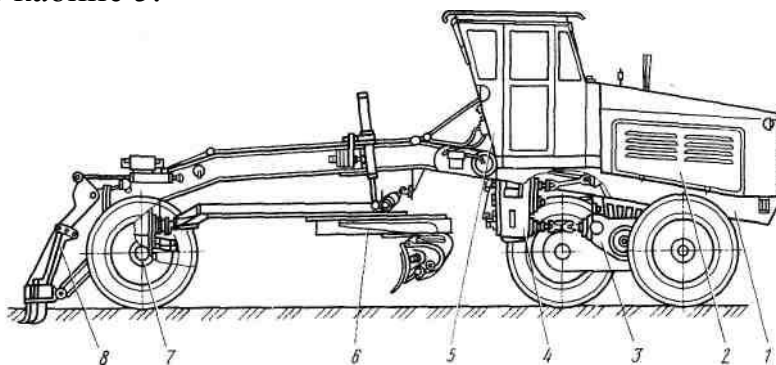


Рис. 3. Схема общей компоновки автогрейдера

**Двигатель.** На современных автогрейдерх применяют дизельные четырехтактные двигатели с турбонаддувом (на тяжелых, сверхтяжелых, иногда на средних) или без турбонаддува (на легких и средних). Дизели на 30 % экономичнее двигателей с искровым зажиганием и на современных тяговых и транспортных машинах большой грузоподъемности имеют исключительное применение.

**Трансмиссия.** На автогрейдерх применяют механические и гидромеханические трансмиссии. Механические трансмиссии имеют более высокий КПД и обеспечивают равномерную скорость движения машины особенно при небольших и средних нагрузках на отвале. На этих режимах скорость движения автогрейдера с гидромеханической трансмиссией даже при небольшом повышении сопротивления на отвале будет снижаться из-за увеличения проскальзывания турбинного колеса гидротрансформатора относительно насосного колеса. В связи с этим на отделочных операциях автогрейдер с механической трансмиссией имеет некоторые преимущества.

В то же время при работе автогрейдеров в режиме резания грунта, в условиях больших колебаниях нагрузки, гидромеханическая трансмиссия позволяет достигать большую производительность, чем механическая. На этих видах работ расход топлива на единицу выполненной работы при использовании гидромеханической трансмиссии меньше, чем при использовании механической.

Современные автогрейдеры имеют, как правило, гидромеханическую трансмиссию, в которой вместо муфты сцепления устанавливается гидротрансформатор, а в приводах отдельных механизмов (переднего моста, механизма поворота и выдвижения отвала) – гидрообъемную. Гидромеханические трансмиссии обеспечивают бесступенчатое регулирование скорости движения, сил и моментов и автоматически предохраняют детали машин от поломок при перегрузках. Они хорошо поддаются автоматизации.

**Ходовая часть.** Автогрейдеры имеют, как правило, трехосную ходовую часть с управляемой передней осью и задней тележкой, которую выполняют с балансирной подвеской и бортовыми редукторами (легкие и средние автогрейдеры – рис.5) и с балансирной подвеской и отдельными ведущими мостами (тяжелые автогрейдеры – см. рис.7).

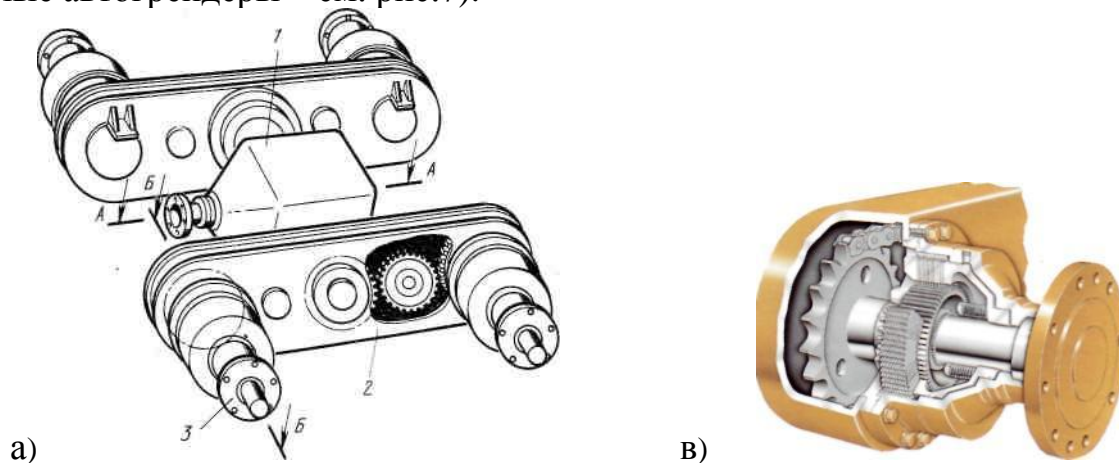


Рис. 5. Задний мост с балансирной подвеской и бортовыми редукторами  
а – с зубчатой (шестеренной) передачей, в – с цепной передачей

Задняя тележка с балансирной подвеской и бортовыми редукторами (рис.5) представляет собой четырехколесный блок, в поперечной балке которого смонтирована главная передача 1. На концах балки в подшипниках скольжения укреплены балансиры 2 с бортовыми редукторами для привода колес. Передачу для привода колес выполняют шестеренной или цепной. На ступицах 3 закрепляются колеса.

Задняя тележка с балансирной подвеской и отдельными ведущими мостами (см. рис.7) применяется на тяжелых автогрейдерх.

Передняя управляемая ось (рис.6) автогрейдеров представляет собой балку с колесами, шарнирно закрепленными на ее концах. Основной особенностью переднего управляемого моста автогрейдера является возможность, в отдельных конструкциях, одновременного наклона и поворота обоих колес (рис.6).



Рис. 6. Передний мост с управляемыми и наклонными колесами

Наклон управляемых колес в вертикальной плоскости служит для улучшения курсовой устойчивости автогрейдера в режиме резания грунта, особенно при выносе отвала в сторону, зарезании кюветов, работе на косогорах и уменьшении его радиуса поворота.

Автогрейдер ДЗ-98А класса 250 имеет ходовую часть, выполненную по мостовой схеме, а передний ведущий мост не имеет наклона управляемых колес. Новая машина этого класса ДЗ-140 имеет балансирную тележку и переднюю управляемую ось с наклоном колес. При движении на рабочих скоростях передние колеса активизируются с помощью гидрообъемного привода.

**Остов и рабочее оборудование.** Главной несущей конструкцией автогрейдера, на которой смонтированы все остальные узлы, является гнутая в вертикальной плоскости основная сварная рама 2, проходящая продольно через всю машину (см. рис.1). Основная рама состоит из подмоторной рамы 1 (рис.7) и хребтовой балки 2. Подмоторная рама имеет прямоугольную форму, сверху на нее устанавливаются двигатель и кабина, а снизу она связана с балансирной тележкой задних ведущих мостов 3 механизма передвижения. К подмоторной раме жестко приварена гнутая выпуклостью вверх хребтовая балка 2 прямо-

угольного или круглого сечения, которая впереди заканчивается стойкой и шарнирно опирается на ось передних колес.

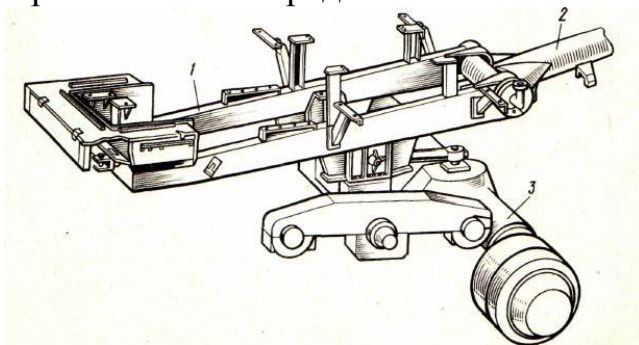


Рис. 7. Рама автогрейдера с балансирной подвеской  
1 – подмоторная рама, 2 – хребтовая балка, 3 – задний мост

С наружной стороны к стойке хребтовой балки осуществляется навеска дополнительного рабочего оборудования 3 (см. рис.1), с внутренней стороны – с помощью универсального шарового шарнира к ней присоединена тяговая рама 4 с отвалом 5. Тяговая рама шарнирно подвешена к хребтовой балке 2 основной рамы. Тяговая рама осуществляет передачу к отвалу тягового усилия от рамы машины. На современных автогрейдерах тяговую раму выполняют Т-образной или Д-образной конструкции коробчатого сечения (рис. 8). В передней части тяговая рама имеет шаровый палец 4, которым она присоединяется к стойке хребтовой балки. На другом конце тяговая рама в обоих исполнениях имеет поперечную балку с шаровыми шарнирами по бокам, за которые с помощью гидроцилиндров и рычагов ее подвешивают и присоединяют к средней части хребтовой балки (см. рис. 3). На тяговой раме находится механизм поворота отвала, а на поворотном круге – механизм изменения угла резания.

Основной рабочий орган – отвал 5 расположен в средней части машины между передними и задними колесами на поворотном круге 2 (рис.8). Конструктивно он похож на бульдозерный отвал. Основу его составляет гнутый в вертикальной плоскости лист. С тыльной стороны к листу отвала в продольном направлении приварены полые ребра б жесткости с направляющими для

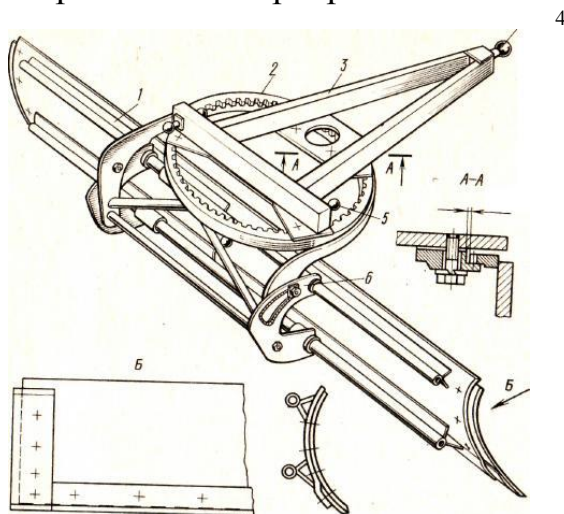


Рис. 8. Тяговая рама с отвалом



ползунов кронштейнов. На легких и средних автогрейдером высота отвала равна 500-600 мм, а на тяжелых – 700-800 мм. Профиль отвала выполняют криволинейным близким к дуге окружности радиусом

$$R = H / (2 \sin \delta),$$

где  $\delta$  – угол резания.

Длину отвала принимают из условия, что его габаритный размер по ширине при установке с углом захвата в  $45^\circ$  был примерно на 100 мм с каждой стороны больше габаритного размера ходовой части машины. На автогрейдером легкого и среднего типов серийного производства длина отвала составляет 3740-3800 мм, а тяжелого и сверх тяжелого – до 4800 мм.

Положительной особенностью автогрейдером как машин для планировочных работ является расположение отвала в средней части машины между передними и задними колесами. Это улучшает планирующие возможности машины (рис. 9). При наезде передних колес на местные неровности (возвышения или впадины) высотой или глубиной  $H$  вертикальное отклонение ножа отвала составит  $h = H/2$ . Такая же неровность под задними колесами при наличии у них балансирной подвески может вообще не сказаться на положении отвала.

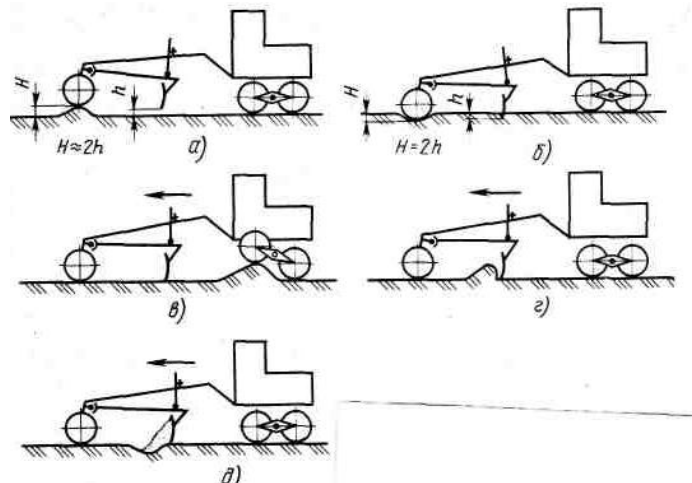


Рис. 9. Влияние неровностей на планирующие способности автогрейдера

Таким образом, в условиях эксплуатации высотные отклонения режущей кромки отвала автогрейдера незначительные и существенно меньше, чем при консольном расположении бульдозерного отвала. Это качество позволяет планировать автогрейдером земляные поверхности с меньшим числом повторных проходов, чем при работе бульдозера.

Установка отвала в нужное для работы положение осуществляется с помощью механизма подвески тяговой рамы и механизма поворота. Благодаря шарнирной подвеске тяговая рама с помощью гидроцилиндров может быть установлена задней частью на любой высоте, а также перекошена в вертикальной плоскости, вынесена в любую сторону относительно оси основной рамы, в том числе за пределы колеи машины (см. рис. 6). Эти кинематические возможности тяговой рамы позволяют ориентировать отвал произвольно в плане и в вертикальной плоскости, включая вертикальные перекосы. С помощью механизмов управления отвал можно перемещать вверх, заглублять в грунт, устанавливая

в плане на требуемый угол, разовой установкой выдвигать в любую сторону относительно тяговой рамы, изменять угол резания, а также выносить в сторону вместе с тяговой рамой и устанавливать под различными углами при необходимости разработки косогоров и кюветов, а для обработки откосов с углом до  $90^\circ$ .

**Механизм подвески** (рис. 10, а) состоит из двух гидроцилиндров подъема-опускания отвала, гидроцилиндра выноса тяговой рамы и гидроцилиндра выдвижения отвала. С помощью двух цилиндров 3 подъема-опускания отвала тяговую раму подвешивают к хребтовой балке 2 основной рамы. Третий цилиндр 8 устанавливают между этими узлами наклонно (рис. 10, б).

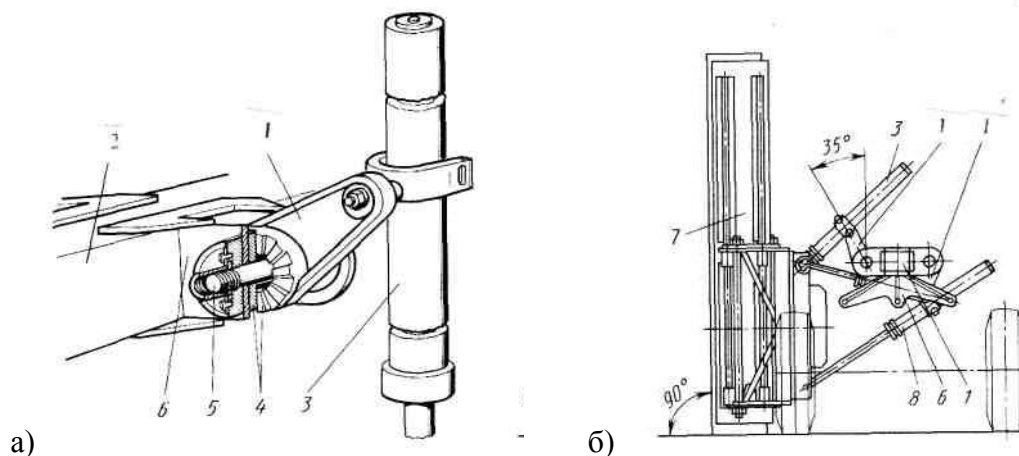


Рис. 10. Механизм подвески тяговой рамы и схема выноса тяговой рамы с отвалом в сторону от оси машины

Он предназначен для перемещения тяговой рамы в сторону от продольной оси машины. Крепление всех трех гидроцилиндров на хребтовой балке на современных автогрейдерах осуществляется через рычаги 1. У последних имеется шарнирная связь одним концом с цилиндром, а другим через ось 5 с кронштейном 6, приваренным к хребтовой балке. Положение каждого рычага относительно его кронштейна может фиксироваться с помощью кулачков 4 на оси. Такая подвеска тяговой рамы через рычаги позволяет выносить тяговую раму за пределы колеи автогрейдера и устанавливать отвал 7 для обработки откосов с углом  $0-90^\circ$  (рис. 10, б).

**Механизм поворота** отвала позволяет поворачивать отвал на  $360^\circ$  непосредственно под нагрузкой при резании и перемещении грунта. Он состоит обычно из гидродвигателя и червячного одноступенчатого редуктора с цилиндрической шестерней, установленной на выходном валу, которая входит в зацепление с зубчатым венцом поворотного круга.

**Дополнительное оборудование.** Для расширения области применения и увеличения производительности на отдельных видах работ автогрейдер может быть укомплектован, примерно, еще 20 видами сменного дополнительного оборудования. Среди них наиболее часто используют кирковщик, бульдозерный отвал, плужный снегоочиститель, устанавливаемые в передней части машины и управляемые гидроцилиндрами. При необходимости отвал дооборуду-

ют удлинителями, специальными приставками – откосниками для одновременной планировки подошвы и откоса насыпи, бровки и откоса выемки, профилирования придорожных канав и т. п.

*Кирковщик* применяется для рыхления плотно слежавшихся грунтов, а также для киркования гравийно-щебеночных покрытий при ремонте. Установка кирковщика на автогрейдер возможна спереди (у автогрейдеров ДЗ-98А, ДЗ-122А, ДЗ-98 и др.) и сзади (у автогрейдера ДЗ-143, САТ-140Н и др.). Наиболее эффективным является кирковщик 1, расположенный сзади автогрейдера (рис. 11), так как при кирковании зубья легче проникают в грунт и машина более устойчиво идет в процессе киркования.



Рис. 11. Кирковщик с задним расположением на автогрейдер

*Бульдозерный* отвал устанавливают впереди. На некоторые автогрейдеры его навешивают постоянно (на автогрейдерах ДЗ-122А, ДЗ-143), иногда совмещают с кирковщиком. Отвал бульдозера обычно подвешивают на параллелограммной подвеске на передней стойке хребтовой рамы автогрейдера и управляют с помощью гидроцилиндра (рис. 12).

При использовании автогрейдеров на отделочных и планировочных работах к отвалу можно крепить удлинитель и откосник. Их к отвалу крепят болтами. Для надежности концевые их части подвешивают на цепях к хребтовой балке. Конструктивно удлинитель аналогичен отвалу. Откосник (рис.13) состоит из двух частей: промежуточной 2 и концевой 3. Для обработки кювета или канавы треугольного сечения промежуточную часть крепят так, чтобы ее нож являлся продолжением ножа отвала (рис.13, а). При трапециевидальном сечении



Рис. 12. Параллелограммная навеска бульдозерного отвала на передней стойке хребтовой рамы автогрейдера

нож промежуточной части откосника устанавливают под углом к ножу отвала. Отвал же с откосником для работы устанавливают так, чтобы нож промежуточной части оказался параллельным дну кювета (рис.13, б).

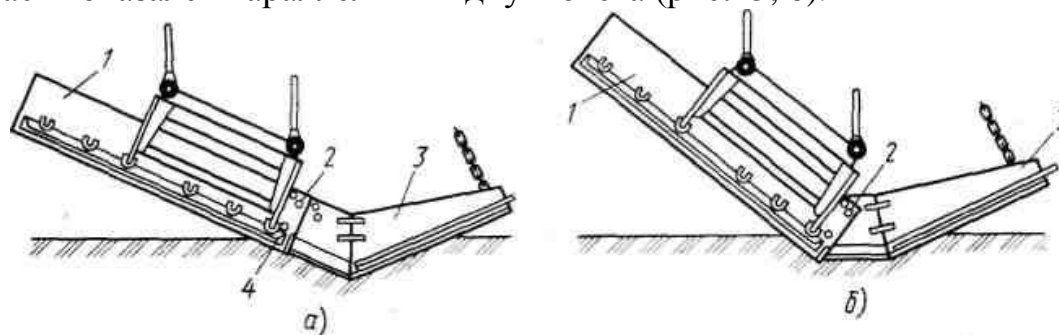


Рис. 13. Схема установки откосника на отвале автогрейдера

**Системы управления** автогрейдерами в подавляющем большинстве гидравлические с управлением из кабины оператора. Гидропривод рабочих органов управления включает в себя управление следующими рабочими операциями: подъемом-опусканием отвала и рыхлителя (или бульдозера), боковым выносом отвала, поворотом отвала, наклоном передних колес, установкой угла резания. В большинстве случаев для управления используют открытые гидравлические схемы. Наибольшее давление в гидросистемах автогрейдеров достигает 16 МПа.

Для автоматизации основных операций управления работой отвала – поперечного профилирования и продольного планирования – созданы автоматические системы управления. Аппаратура освобождает оператора от длительного управления планировочной работой, требующей от него сосредоточенного внимания, а также повышает точность выполнения операций (рис.14). По принципу задания и использования проектной информации системы управления подразделяются на 2D и 3D. Проект в 2D-системе задается путем предварительного обустройства на местности специальных направляющих: обработанной полосы, провешиванием монтажных струн, фиксирующих направление работ и копирующих положение проектного профиля или лазерных построителей плоскости, создающих на объекте ровные опорные поверхности, горизонтальные или с уклоном по двум направлениям. Наиболее эффективными при производстве земляных работ являются 3D-системы, которые полностью лишены ограничений, присущих системам 2D. Машина, оснащенная такой системой, может свободно перемещаться по всему рабочему объекту, выполняя подготовку поверхности с точностью 1-2 см в плане и по высоте с выдержкой необходимых уклонов.

Лидирующей среди мировых производителей систем автоматического управления строительной техникой корпорацией «TOPCON» предлагаются два типа систем 3D: 3D LPS и 3D GPS, использующие в качестве основных измерительных средств, соответственно, электронные тахеометры (теодолиты) и приемники сигналов спутников GPS+ГЛОНАСС совместно с лазерной системой Laser-Zone.



Рис. 14. Система RTK GPS совместно с лазерной системой Laser-Zone

В России в последнее время некоторые модели автогрейдеров оборудуют САУ «Профиль-30» с фотоприемником и лазерной системой, которая может работать от любой из направляющих: натянутого шнура, обработанной полосы, опорной плоскости, образованной лучом лазера. Система дополнительно оборудована подсистемой стабилизации заданного курса движения автогрейдера путем воздействия на рулевое колесо и подсистемой, обеспечивающей защиту двигателя от перегрузки по снижению частоты вращения коленчатого вала. Для этого имеется специальный блок, который при выходе двигателя из заданного режима работы подает сигнал на выглубление отвала, снижая тем самым его нагрузку.

**Рабочий процесс.** Рабочий процесс автогрейдера включает копание грунта, его перемещение и укладку с разравниванием в земляное сооружение. При разработке грунта отвал устанавливают режущей кромкой как параллельно его поверхности, так и наклонно под углом  $10 \dots 15^\circ$  с заглублением отвала или только его части по ширине. Угол резания составляет от  $35^\circ$  до  $45^\circ$  соответственно при разработке тяжелых и легких грунтов. При зарезании отвала в грунт одним концом угол между режущей кромкой отвала и продольной осью машины (угол захвата) принимают равным  $35 \dots 50^\circ$ , при отделочных планировочных работах –  $45 \dots 90^\circ$ , при копании с отводом грунта в сторону по отвалу –  $60^\circ$ .

В зависимости от размеров обрабатываемого участка, рельефа местности, наличия искусственных сооружений земляные работы с использованием автогрейдеров выполняют движением по круговым и челночным технологическим схемам. Так, в дорожном строительстве при длине обрабатываемого участка (захватки)  $400 \dots 1500$  м автогрейдеры движутся по круговым технологическим схемам, а при меньших длинах – челночным способом – движением в одном направлении вперед, в обратном – задним ходом. При этом в случае очень коротких захваток (около  $150$  м) грунт разрабатывают только движением вперед, после чего возвращают машину на исходную позицию следующей проходки вхолостую задним ходом на повышенной скорости. При больших длинах захваток грунт

разрабатывают как передним, так и задним ходом с разворотом отвала на  $180^\circ$  в плане на концах захватки.

#### 4. Основные тенденции развития автогрейдеров

В мировой практике сложилась устойчивая тенденция на создание автогрейдеров типоразмерного ряда, состоящего из пяти-шести моделей с двигателями мощностью 60...180 кВт, спроектированных по единой компоновочной схеме и унифицированных между собой. Однако в последнее время наметилось расширение типоразмерного ряда и перераспределение машин внутри типоразмерного ряда. Появились машины большой и сверхбольшой мощности, предназначенные для содержания карьерных дорог, и одновременно большое количество малых автогрейдеров мощностью 30, 40, 50 кВт, предназначенных для коммунальных работ, реконструкции и других работ малого объема. Совершенствование традиционных машин идет в направлении повышения комфортности условий труда оператора созданием новых шумоизолируемых кабин с установкой кондиционера, систем защиты оператора от падающих предметов и опрокидывания, улучшением обзорности; создание систем микропроцессорного управления машиной, позволяющих взять полностью на себя диагностический контроль в процессе работы всех основных узлов, управлять загрузкой двигателя, вовремя переключать передачи, имея в виду минимизацию расхода топлива на единицу выработки; активизация передних колес автогрейдера с микропроцессорным управлением их работой; повышение надежности и долговечности автогрейдеров; применение новых смазочных систем и материалов, позволяющих значительно увеличить сроки между техническими уходами и обслуживанием; развитие модульного метода создания машин, позволяющего успешно применять агрегатный ремонт, упрощающего уход и обслуживание.

#### 5. Расчет основных эксплуатационных показателей

К основным эксплуатационным показателям автогрейдера относятся производительность и мощность привода.

**Производительность автогрейдера** может находиться в зависимости от объема вынутого и перемещенного грунта, длины построенной дороги или спланированной площадки.

При разработке грунта на участке длиной  $L$  техническая производительность

$$P_T = L F_c / t_{\text{ц}}.$$

Средняя продолжительность цикла, с:

$$t_{\text{ц}} = t_p + t_o + t_m$$

где  $t_p$ ,  $t_o$  – время рабочего и обратного передвижения, совершаемое на участке длиной  $L$  со скоростью соответственно  $v = 3 \div 4$  и  $6 \div 8$  км/ч,  $t_p = L/v_p$  или,  $t_o = L/v_o$ ;  $t_m$  – время маневрирования.

При планировочных работах на участке длиной  $L_{\text{пл}}$  производительность машины

$$P_T = L_{\text{пл}} / t_{\text{п}},$$

где  $t_{\text{п}}$  – время ведения планировочных работ, ч,

$$t_{\text{п}} = \frac{L_{\text{пл}} n_x}{v_{\text{пл}}} + t_{\text{м}}$$

(здесь  $n_x$  – число проходов при планировании участка).

При выполнении планировочных работ машина обычно передвигается со скоростью  $v_{\text{пл}} = 3 - 6$  км/ч.

**Мощность двигателя** (кВт), необходимая для копания,

$$N = \frac{G v_{\text{ф}}}{3,6\lambda\eta} [\psi \varphi_{\text{сц}} + (\varphi_{\text{сц}} + f) (\delta/1 - \delta) \varphi + f].$$

Здесь  $v_{\text{ф}}$  – фактическая скорость перемещения машины,  $v_{\text{ф}} = 3,0...4,5$  км/ч;  $\delta$  – коэффициент буксования,  $\delta = 0,18...0,22$ ;  $f$  – коэффициент сопротивления качению,  $f = 0,07... 0,1$ ;  $\lambda$  – коэффициент, учитывающий уменьшение мощности двигателя в условиях неустановившейся нагрузки; для механической трансмиссии  $\lambda = 0,88... 0,9$ , гидродинамической  $\lambda = 1,0$ ;  $\eta$  – к.п.д. трансмиссии,  $\eta = 0,83... 0,86$  для механической трансмиссии и  $\eta = 0,73...0,76$  для гидродинамической.

**Мощность двигателя**, определяемая для транспортного режима,

$$N = \frac{G f v_{\text{макс}}}{3,6 \eta},$$

где  $v_{\text{макс}}$  – заданная максимальная скорость движения автогрейдера, составляющая 35... 50 км/ч. Коэффициент сопротивления качению в данном выражении принимают для случая движения автогрейдера по твердому пути, т. е. равным 0,04... 0,045. По большему из полученных значений мощности подбирают двигатель.

## Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены автогрейдеры?
2. Какие виды работ они могут выполнять?
3. Приведите классификацию автогрейдеров.
4. Какова структура колесной формулы автогрейдеров?
5. Как устроен и как работает автогрейдер?
6. Охарактеризуйте возможные установочные положения отвала автогрейдера.
7. Для чего передние колеса имеют возможность наклоняться в вертикальной плоскости?
8. Чем обеспечивается опирание всех колес машины на поверхность передвижения?
9. Чем обеспечиваются лучшие планировочные качества автогрейдеров по сравнению с бульдозерами, работающими в режиме планировки земляных поверхностей?
10. Назовите технологические схемы движения автогрейдеров. При каких условиях они реализуются?
11. Виды и назначение дополнительного оборудования автогрейдера.
12. Для чего служит и как устроен механизм навески?
13. Как определяется производительность автогрейдера на планировочных работах?
14. Назовите основные перспективные направления развития автогрейдеров?



Техническая характеристика автогрейдеров

Показатель	ДЗ-99А	ДЗ-143	ДЗ-122А	ДЗ-98А	ДЗ-140
Двигатель	А-41	А-01МС		У1Д6-250ТК-С4	ЯМЗ-240
Мощность, кВт	66,2	99,4		184	220
Размеры грейдерного отвала, мм:					
длина	3040	3740	3724	4250	4830
высота	500	620	620	720	800
Трансмиссия	М * или ГМ*	М или ГМ	ГМ	М	ГМ
Транспортная скорость, км/ч, наибольшая:					
вперед	35 (ГМ) 38,1 (М)	43 (ГМ) 36,2 (М)	43	40	40
назад	20 (ГМ) 16,4 (М)	25,2 (ГМ) 15,6 (М)	25,2	47	24
Рулевое управление	Механическое, с гидроусилителем	Гидрообъемное		Механическое с гидроусилителем	Гидрообъемное управляемые колеса и шарнирно - сочлененная рама
Рыхлительное (кирковочное) оборудование:					
ширина рыхления, мм	970	1300	1490	1265	1785
глубина рыхления, мм	150	250	250	250	250
число зубьев	5	3	4	5	5
Бульдозерный отвал:					
длина, мм	2235	2475	2480	—	2475
Система автоматизации управления отвалом	Профиль-1	Профиль-10	Профиль-30	Профиль-20	Профиль-30
Габаритные размеры, мм	(на части машин)				
длина	8650	9760	9450	10 300	11500
ширина	2300	2500	2500	2 800	3 220
высота	2985	3200	3250	3 920	3 955
	Без проблескового маяка				
Масса, кг	9500 (с бульдозером)	13 500	14 370	19 500	26 600
• М — трансмиссия механическая, ГМ - гидромеханическая.					

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков Д.П. Строительные машины и средства малой механизации. – М. : Академ, , 2006. – 416 с.
2. Волков Д.П., Крикун В.Я. Строительные машины. – М. : Изд. АСВ, 2002. – 376 с.
3. Дорожно-строительные машины и комплексы. Под общ. ред. В.И. Баловнева. – Москва – Омск. : Изд-во СибАДИ, 2001. – 528 с.
4. Строительные, дорожные и коммунальные машины. Оборудование для производства строительных материалов. Справочник. Том IV-IX. Под общ. ред. И.П. Ксеновича. – М. : Машиностроение, 2005. – 736 с.
5. Кудрявцев Е.М. Комплексная механизация строительства. – М.: АСВ, 2005.– 416 с.
6. Крикун В.Я. Строительные машины. – М. : АСВ, 2005. – 314 с.
7. Домбровский Н.Г. и др. Строительные машины. – М. : АСВ, 2002. – 528 с.
8. Волков Д.П. и др. Машины для земляных работ. – М. : Машиностроение, 1992. – 448 с.
9. Современная техника в строительстве. Журнал. 2006, 2007 гг.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения .....	3
2. Назначение, область применения, классификация .....	3
3. Устройство и принцип работы .....	5
4. Основные тенденции развития автогрейдеров .....	14
5. Расчет основных эксплуатационных показателей .....	14
6. Контрольные вопросы .....	16
Приложение .....	17
Библиографический список.....	18

**Виктор Васильевич Бурцев  
Жумадил Карбышевич Мауленов  
Сауле Абдрахмановна Нурпеисова**

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ  
ПАРАМЕТРОВ АВТОГРЕЙДЕРОВ**

Редактор Есимханова А.Е.

Сводный план 2006-2007 уч. года, поз. № 36

Формат 60x84 1/16. Бумага типографская. Ризограф.  
Усл. печ. л. 1,3. Уч. изд.л. 1,5. Тираж 100 экз.  
Заказ №  
Цена договорная

Издание Казахской головной архитектурно-строительной  
академии  
Издательский дом «Строительство и архитектура»  
050043, г. Алматы, ул. К. Рыскулбекова, 28