Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра: "Автомобиле - и тракторостроение"

Расчет автогрейдеров

Выполнил:

студент группы АТФ-3С

Бондарев И.Ю.

Проверил:

Шевчук В.П.

Волгоград 2010 г.

**Теоретическая часть**

К главным и основным параметрам автогрейдеров относятся: масса автогрейдера *та,* удельная мощность, высота отвала с ножом *(Но),* длина отвала без удлинителя *Lo,* скорости движения, высота подъема отвала в транспортное положение *h,* угол резания , боковой вынос отвала *l*, заглубление (опускание) отвала ниже опорной поверхности *hГ;* колесная формула; угол для срезания откосов между опорной поверхностью и режущей кромкой отвала, вынесенного за пределы основной рамы и наклоненного так, что один край режущей кромки находится на опорной поверхности, а другой максимально поднят ( = 0... 80°); угол наклона отвала или угол зарезания, аналогичен , но определяется при положении отвала, симметричного оси автогрейдера ( = 0.. .30°); угол захвата (рис. 2.4.3.1)—угол в плане между режущей кромкой отвала и осью автогрейдера ( = 0±90°); при вырезании грунта = 30...40°; при перемещении = 60...75°, при планировке = 90°.



Радиус кривизны отвала (рис. 1,б)

,



где — угол опрокидывания отвала, во избежание пересыпания грунта за отвал =65... 75°; при установке отвала



,



где — центральный угол, град.



Производительность. При постройке насыпи из боковых резервов производительность (м3/ч)

(1)



где V — объем грунта, перемещаемого за один проход, м3

(2)



=1,8...2,0 — коэффициент наполнения; =30...40° — угол естественного откоса; —продолжительность цикла, с;



, *,* и , *,* — длина пути (м) и скорость (м/с) соответственно резания, перемещения и обратного (холостого) хода; — время на переключение передач, с; =5 с; *t0*— время на опускание и подъем отвала, с; *to=1,5...* 2,5 с; — время поворота в конце участка, с; — коэффициент разрыхления грунта. Тяговые сопротивления и тяговый расчет. Различают два режима работы автогрейдера: рабочий и транспортный. Для первого характерны большие тяговые сопротивления и малые скорости движения, а для второго при движении с поднятым отвалом—большие скорости движения и сравнительно малые тяговые усилия.



При рабочем режиме общее тяговое сопротивление (кН)

*,*(3)



где — сопротивления соответственно резанию грунта, трению ножа о грунт, перемещению призмы волочения по грунту, перемещению грунта вдоль отвала, перемещению грунта вверх по отвалу, перемещению автогрейдера на колесах, преодолению уклона пути и разгона автогрейдера до установившейся рабочей скорости, кН; ;— соответственно суммарные сопротивления копанию и перемещению, кН. Сопротивление (кН) резанию грунта



*,*(4)



где — удельное сопротивление грунта резанию ножом, кН/м2: SC проекция площади поперечного сечения стружки грунта на плоскость, перпендикулярную к направлению движения автогрейдера, м2; при угле захвата =90° и <90° и угле зарезания = 0 (отвал горизонтален) соответственно (м2)



*Sc = Lohp*и ;(5)



*Lo* — в м; *h0* глубина резания, м.

При резании половиной длины отвала



где все линейные размеры — в м.

Сопротивление (кН) трению ножа о грунт.

*,*(6)



где — вертикальная составляющая суммарного усилия, действующего на нож, зависящая от типа автогрейдера, положения ножа внутри базы, угла захвата и определяемая из общей схемы сил, действующих на автогрейдер, кН. Для ориентировочных предварительных расчетов при колесных схемах 123, 112, 133 для легких автогрейдеров =2,5... 40,0 кН, средних =40... 60 кН, тяжелых =60 ... 80 кН;*fc*— коэффициент трения стали о грунт.



Сопротивление (кН) перемещению призмы волочения

, (7)



где —вес призмы волочения, кН; —удельный вес грунта, кН/м3; — коэффициент разрыхления грунта; — угол трения грунта о грунт.



Сопротивление (кН) перемещению грунта вдоль отвала

(8)



и вверх по нему

,(9)



где — сила перемещения призмы волочения, нормальная в плане к отвалу, кН; — сила трения грунта при движении вдоль отвала.



Общее сопротивление копанию грунта автогрейдером (кН)



Сопротивление перемещению автогрейдера (кН)

,



где —суммарный коэффициент сопротивления качению колес;



*—* суммарная нормальная реакция на все колеса, кН; — масса автогрейдера, кг; g=9,81 м/с2; — угол наклона поверхности движения к горизонту, град.



При <10°



при >10°



Сопротивление *F8*(кН) определяют как силу инерции при разгоне

(10)



где — масса автогрейдера и грунта в призме волочения, кг; *vp*— рабочая скорость движения, м/с; *tP -* время разгона, с; =3... 5 с. '



Сила сцепления автогрейдера (кН)

,



где — характеристика развески колес по осям автогрейдера; е=1 при схеме 333, 133, 222 и =0,7...0,75 при схеме 112 и 123; *G*а — полный конструктивный вес, кН.



Номинальная сила тяги по сцеплению (кН), соответствующая 20% коэффициента буксования, при котором тяговая мощность близка к максимальной,



Условия возможности рабочего движения по сцеплению



При движении с установившейся рабочей скоростью (*F8*=0)возможную максимальную площадь сечения вырезаемой стружки Sc (м2) определяют из уравнения

,



где левая часть уравнения представляет собой свободное тяговое усилие, которое реализуется непосредственно для копания. При разработке автогрейдером выемки площадью поперечного сечения *SK*(м2) необходимое число проходов



где — коэффициент, учитывающий неравномерность сечения стружки при отдельных проходах; = 1,30 ... 1,35; Sc — по уравнению (5).



При транспортном режиме общее тяговое сопротивление (кН)



где *F9*— сопротивление воздуха, кН; F8 — по формуле (10), кН.

Сопротивление воздуха (кН)



где *k0*— коэффициент обтекаемости;

*k0* =0,6...0,7 Н-с2/м4; — лобовая площадь, м2;



; *vT —* установившаяся транспортная скорость, км/ч.



Мощность двигателя.

На первой рабочей скорости при режиме максимальной тяговой мощности с учетом коэффициента буксования 6 = 20% двигатель должен работать на режиме максимальной мощности (кВт)

,(11)



где *G*a — в кН; *vp —* в м/ч; — общий КПД трансмиссии, *kBЫX*— коэффициент выходной мощности двигателя; *kBЫX*=0,9; *ko —* коэффициент, учитывающий отбор мощности на привод вспомогательных механизмов (подъем отвала и др.);. *ko* =0,75 . .. 0,90.



Мощность (кВт) при передвижении на максимальной транспортной скорости *v*т max

,(12)



где*G*a и *F9—* в кН; —в м/ч.



По наибольшему значению *N* [формулы (11) и (12)] с коэффициентом запаса = 1,2 ... 1,4 подбирают двигатель.

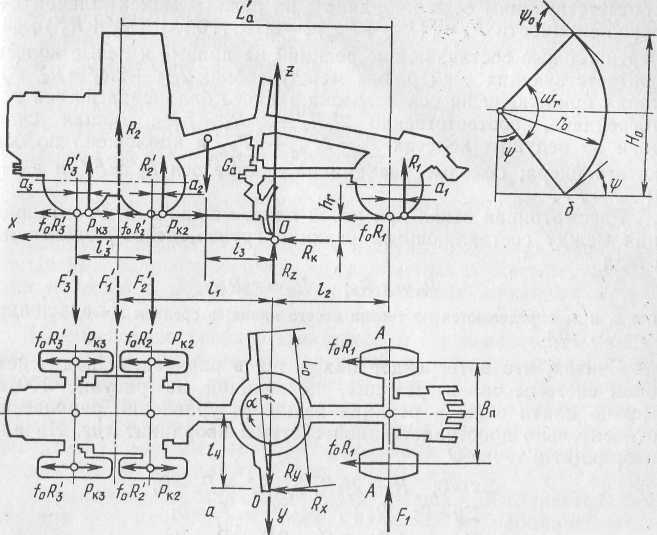


Рис. 2.4.3.1. Схема к расчету автогрейдера в рабочем режиме *(а)* и его отвала (б)

Внешние силы и реакции, действующие на автогрейдер. Рассмотрим внешние силы и реакции на примере наиболее распространенного автогрейдера с колесной схемой 123 при копании грунта (рис. 1,а). На автогрейдер действуют активные силы: Ga— вес автогрейдера (кН), силы тяги на ведущих колесах Рк2 и Рк3. Реактивные силы — суммарные нормальные составляющие реакции на передние *R1*и задние *R'2*и *R'z*колеса, суммарные касательные составляющие на те же колеса *foR1*, *foR’2*и *foR'Z*(сопротивления движению колес), составляющие реакции, действующие на отвал, *Rx, Ry*и *Rz,* боковые горизонтальные реакции *F'1F'2, F'3*и *F1.*



При рассмотрении этой системы сил сделаны следующие допущения: пренебрегли смещением реакций *R1R'2*и *R*'3 вследствие деформации шин, то есть , так как они малы по сравнению с длиной базы *L’*a; реакции *f0R1, fQR2, f0R'3, F1, F'2*и *F'Z,* силы и расположены в одной плоскости на уровне опорной линии колес; составляющие реакций грунта *Rx, Ry, Rz*приложены к переднему концу отвала параллельно соответствующим осям координат; на режиме максимальной тяговой мощности ; вертикальные составляющие реакций на правые и левые колеса соответствующих осей равны между собой; *2R2'+ 2R3'*= *R2*, которая приложена на оси подвески заднего балансира по оси автогрейдера, соответственно *2foR’2+2foR’3= foR2;* общая сила тяги на ведущих колесах и приложена по оси автогрейдера; боковые реакции на задние оси *F2'=3'* и *F2'+F’3=F’1*



Рассматривая отвал как косой клин, можно найти соотношения между составляющими реакции грунта, действующими на отвал



где *x1*и *х2* определяются по теории косого клина; в среднем *x1*=0,15...0,20; *х2*=0,3...0,4.

Считая, что автогрейдер находится в равновесии под действием системы сил и реакций, показанной на рисунке 2.4.3.1, а, можно найти силы и реакции из шести уравнений равновесия относительно пространственной системы координат *xyz.* Начало координат в точке *О*



Совместным решением этих уравнений определяют реакции *Rx, Ry, Rz, R1, R2, F’1* и *F1* Возможность реализации тягового усилия Рк проверяют по условию сцепления.

**Порядок выполнения работы**

**Исходные данные**

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры | индекс машины |
| ГС-10.01 |
| Класс | 100 |
| Двигатель: |  |
| модель | Д-243 |
| мощность, кВт | 58,7 |
| Тип трансмиссии | механическа |
| Скорость движения вперед/назад, км/ч | 2...35/ |
| 4,2...9,4 |
| Колесная формула | 1x2x2 |
| База, мм | 4200 |
| Колея колес передних/задних, мм | 1800/1770 |
| Дорожный просвет, мм | 300 |
| Радиус поворота, мм | 4750 |
| Тип рамы | ШСР\* |
| Угол складывания шарнирно-сочлененной рамы, град | н/д |
| Смещение колес переднего моста, мм | н/д |
| Угол наклона передних колес, град | 20 |
| Рабочее оборудование: |  |
| грейдерный отвал: |  |
| размеры (длина х высота), мм | 2730 х 470 |
| максимальное заглубление, мм | 100 |
| угол резания регулируемый, град | 30...70 |
| угол поворота в плане, град | ± 45 |
| боковой вынос, мм | 600/400 |
| угол обрабатываемого откоса, град | — |
| бульдозерный отвал: |  |
| размеры (длина х высота), мм | 2440 х 625 |
| максимальное заглубление, мм | 50 |
| кирковщик (рыхлитель): |  |
| число зубьев | - |
| ширина киркования, мм | - |
| наибольшая глубина рыхления, мм | - |
| Габаритные размеры, мм | 7140х2400х3220 |
| Масса эксплуатационная, кг | 7500 |
| Изготовитель | ОАО "Брянский арсенал" |

между опорной поверхностью и режущей кромкой отвала, вынесенного за пределы основной рамы и наклоненного так, что один край режущей кромки находится на опорной поверхности, а другой максимально поднят ( = 0... 80°); угол наклона отвала или угол зарезания, аналогичен , но определяется при положении отвала, симметричного оси автогрейдера ( = 0.. .30°); угол захвата - угол в плане между режущей кромкой отвала и осью автогрейдера ( = 0±90°); при вырезании грунта = 30...40°; при перемещении = 60...75°, при планировке = 90°.



Радиус кривизны отвала (рис. 1,б):

(м),



где — угол опрокидывания отвала, во избежание пересыпания грунта за отвал =65... 75°; при установке отвала , где — центральный угол, град.



Производительность. При постройке насыпи из боковых резервов производительность будет равна:

(1)



где V — объем грунта, перемещаемого за один проход, м3

(2)



=1,8...2,0 — коэффициент наполнения; =30...40° — угол естественного откоса; —продолжительность цикла, с;



(с)



, *,* и , *,* — длина пути (м) и скорость (м/с) соответственно резания, перемещения и обратного (холостого) хода; — время на переключение передач, с; =5 с; *t0*— время на опускание и подъем отвала, с; *to=1,5...* 2,5 с; — время поворота в конце участка, с; — коэффициент разрыхления грунта.



**Тяговые сопротивления и тяговый расчет**

Различают два режима работы автогрейдера: рабочий и транспортный. Для первого характерны большие тяговые сопротивления и малые скорости движения, а для второго при движении с поднятым отвалом—большие скорости движения и сравнительно малые тяговые усилия.

При рабочем режиме общее тяговое сопротивление (кН)

*,*(3)



где — сопротивления соответственно резанию грунта, трению ножа о грунт, перемещению призмы волочения по грунту, перемещению грунта вдоль отвала, перемещению грунта вверх по отвалу, перемещению автогрейдера на колесах, преодолению уклона пути и разгона автогрейдера до установившейся рабочей скорости, кН; ;— соответственно суммарные сопротивления копанию и перемещению, кН.



Сопротивление (кН) резанию грунта

*(кН)*(4)



где — удельное сопротивление грунта резанию ножом, кН/м2: SC проекция площади поперечного сечения стружки грунта на плоскость, перпендикулярную к направлению движения автогрейдера, м2; при угле захвата =90° и <90° и угле зарезания = 0 (отвал горизонтален) соответственно (м2)



*Sc = Lohp=3,7\*0,05=0,2 (м2)*

;(5)



*Lo* — в м; *h0* глубина резания, м.

Сопротивление (кН) трению ножа о грунт.

*(кН)*(6)



де — вертикальная составляющая суммарного усилия, действующего на нож, зависящая от типа автогрейдера, положения ножа внутри базы, угла захвата и определяемая из общей схемы сил, действующих на автогрейдер, кН. Для ориентировочных предварительных расчетов при колесных схемах 123, 112, 133 для легких автогрейдеров =2,5... 40,0 кН, средних =40... 60 кН, тяжелых =60 ... 80 кН;*fc*— коэффициент трения стали о грунт, который подбирается по таблице 1.



Таблица 1. Коэффициент трения грунта о поверхность ножа (полированная сталь)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Состояние грунта | Глина | Песчаник | Песчано-глинистый | Глинистый перегной |
| Влажный | 0,43-0,48 | 0,79-0,82 | 0,63-0,78 | 0,45-0,52 |
| Сухой | 0,33-0,41 | 0,38-0,55 | 0,36-0,5 | 0,350,43 |

Сопротивление (кН) перемещению призмы волочения:

(кН), (7)



где —вес призмы волочения, кН;



Сопротивление (кН) перемещению грунта вдоль отвала

(кН) (8)



и вверх по нему

кН) (9)



где — сила перемещения призмы волочения, нормальная в плане к отвалу, кН; — сила трения грунта при движении вдоль отвала.



Общее сопротивление копанию грунта автогрейдером (кН)

(кН)



Сопротивление перемещению автогрейдера (кН)

,(кН)



где —суммарный коэффициент сопротивления качению колес;



*—* суммарная нормальная реакция на все колеса, кН; — масса автогрейдера, кг; g=9,81 м/с2; — угол наклона поверхности движения к горизонту, град.



При <10°



при >10°



Сопротивление *F8*(кН) определяют как силу инерции при разгоне

(кН)(10)



где — масса автогрейдера и грунта в призме волочения, кг; *vp*— рабочая скорость движения, м/с; *tP -* время разгона, с; =3... 5 с. '



Сила сцепления автогрейдера (кН)

(кН)



где — характеристика развески колес по осям автогрейдера; е=1 при схеме 333, 133, 222 и =0,7...0,75 при схеме 112 и 123; *G*а — полный конструктивный вес, кН.



Номинальная сила тяги по сцеплению (кН), соответствующая 20% коэффициента буксования, при котором тяговая мощность близка к максимальной,

(кН)



Условия возможности рабочего движения по сцеплению



При движении с установившейся рабочей скоростью (*F8*=0)возможную максимальную площадь сечения вырезаемой стружки Sc (м2) определяют из уравнения



5,3-0,01=28\*0,1

где левая часть уравнения представляет собой свободное тяговое усилие, которое реализуется непосредственно для копания. При разработке автогрейдером выемки площадью поперечного сечения *SK*(м2) необходимое число проходов



где — коэффициент, учитывающий неравномерность сечения стружки при отдельных проходах; = 1,30 ... 1,35; Sc — по уравнению (5).



При транспортном режиме общее тяговое сопротивление (кН)

(кН)



где *F9*— сопротивление воздуха, кН; F8 — по формуле (10), кН.

Сопротивление воздуха (кН)

(кН)



где *k0*— коэффициент обтекаемости; *k0* =0,6...0,7 Н-с2/м4; — лобовая площадь, м2; ; *vT —* установившаяся транспортная скорость, км/ч.



Мощность двигателя. На первой рабочей скорости при режиме максимальной тяговой мощности с учетом коэффициента буксования 6 = 20% двигатель должен работать на режиме максимальной мощности (кВт)

,(кВт)(11)



где *G*a — в кН; *vp —* в м/ч; — общий КПД трансмиссии, *kBЫX*— коэффициент выходной мощности двигателя; *kBЫX*=0,9; *ko —* коэффициент, учитывающий отбор мощности на привод вспомогательных механизмов (подъем отвала и др.);. *ko* =0,75 . .. 0,90.



Мощность (кВт) при передвижении на максимальной транспортной скорости *v*т max

,(кВт)(12)



где*G*a и *F9—* в кН; —в м/ч.



По наибольшему значению *N* [формулы (11) и (12)] с коэффициентом запаса = 1,2 ... 1,4 подбирают двигатель



(кВт)

