

КР СТиБМ

Платонов М.Ю.

Кусторезы

Кусторезы предназначены для расчистки строительных площадок и полосы отвода при дорожном строительстве от кустарника и мелко-лесья. Кусторезы бывают с активным и пассивным рабочим органом.

Производительность кустореза с пассивным рабочим органом определяется по формуле, $\text{м}^2/\text{ч}$,

$$\Pi = \frac{1000Bv \left(K_{\text{в}} - \frac{n_1 t}{3600} \right)}{n},$$

где B – ширина полосы захвата (отвала), м;

v – рабочая скорость движения, км/ч;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент использования машины по времени, $K_{\text{в}} = 0,85 \dots 0,90$;

n_1 – число поворотов на длине рабочего участка;

t – продолжительность одного поворота, $t = 60 \dots 100$ с;

n – число проходов кустореза по одному следу, $n = 1 \dots 3$.

Корчеватели

Корчеватели предназначены для выкорчевывания пней, расчистки полосы отвода от корней и камней-валунов, уборки стволов и кустарника, срезанных кусторезом. Современные корчеватели представляют собой навесное оборудование к гусеничному трактору. Корчеватели могут быть с передней и задней навеской рабочего органа.

Тяговый расчет корчевателя. Суммарная сила сопротивления при работе корчевателя определяется по формуле, Н,

$$\sum W = W_1 + W_2 + W_3,$$

где W_1 – сила сопротивления грунта рыхлению, Н;

W_2 – сила сопротивления грунта, возникающая при извлечении пней из почвы, Н;

W_3 – сила сопротивления движению корчевателя, Н.

Сила сопротивления грунта рыхлению

$$W_1 = (0,75 \dots 0,80) k_1 b h n,$$

где k_1 – удельная сила сопротивления грунта рыхлению, $k_1 = (20 \dots 25) 10^3$ Н/м² для дернового покрова и грунта без корней, $k_1 = (50 \dots 100) 10^3$ Н/м² для грунта со значительным содержанием корней;

b – ширина зуба, м;

h – глубина рыхления, м;

n – число зубьев.

Сила W_2 зависит от диаметра пня следующим образом:

Диаметр пня, м	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
W_2 , кН	18...20	50...55	75...95	105...160	180...210

Сила сопротивления движению корчевателя

$$W_3 = (G_{\text{тр}} + G_{\text{н.о}}) (f \pm i), \quad (1)$$

где $G_{\text{тр}}$ – вес трактора, Н,

$G_{\text{н.о}}$ – вес навесного оборудования, Н;

f – коэффициент сопротивления движению трактора, $f = 0,10 \dots 0,25$;

i – уклон участка, ‰.

Нормальная работа корчевателя возможна при условиях:

$$T_{\text{н}} K_{\text{д}} \geq W \text{ и } T_{\text{н}} \leq G_{\text{сц}} \varphi_{\text{сц}},$$

где $T_{\text{н}}$ – номинальное тяговое усилие на первой передаче, Н;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент динамичности, $K_{\text{д}} = 1,5 \dots 2,0$;

$G_{\text{сц}}$ – сцепной вес корчевателя, Н;

$\varphi_{\text{сц}}$ – коэффициент сцепления гусениц трактора с грунтом, $\varphi_{\text{сц}} = 0,9$ для гусеничных тракторов.

Расчет потребной мощности двигателя корчевателя. Потребная мощность двигателя для работы корчевателя определяется по формуле, кВт,

$$N_{\text{дв}} = \frac{\sum W \cdot v}{3600\eta}, \quad (2)$$

где v – рабочая скорость движения машины, км/ч;

η – КПД силовой передачи, $\eta = 0,75 \dots 0,85$.

Рыхлители

Рыхлители предназначены для рыхления тяжелых и мерзлых грунтов, для облегчения последующей работы землеройных машин. Рыхлители применяют также для разрушения старых дорожных покрытий при их реконструкции. Рыхлитель является навесным оборудованием к гусеничному трактору. Конструктивные отличия рыхлителей определяются исполнением подвески. Они могут иметь трехточечную (радиальную) и четырехточечную (параллелограммную) подвеску. Рабочим органом рыхлителя является зуб.

Расчет производительности рыхлителя. Производительность рыхлителя определяется по формуле, $\text{м}^3/\text{ч}$,

$$\Pi = \frac{LhbK_v}{\left(\frac{L}{1000v} + t\right)n},$$

где L – длина участка рыхления, м;

h – глубина рыхления, м;

b – ширина полосы рыхления, м, $b = (2 \dots 4)h$;

K_v – коэффициент использования машины по времени, $K_v = 0,8 \dots 0,9$;

v – рабочая скорость движения, км/ч;

t – продолжительность одного поворота, $t = 0,016 \dots 0,033$ ч;

n – число проходов по одному следу, $n = 3 \dots 4$.

Тяговый расчет рыхлителя. Суммарная сила сопротивления при работе рыхлителя определяется по формуле, Н,

$$\sum W = W_1 + W_2,$$

где W_1 – сила сопротивления грунта рыхлению, Н,

$$W_1 = k_1 h b / 2;$$

k_1 – удельная сила сопротивления рыхлению, $k_1 = (0,1 \dots 0,2) 10^6$ Н/м²;

h – глубина рыхления, м; 5

b – ширина рыхления, м, для подвесок с одним зубом $b = (1,5 \dots 2,0)h$;

W_2 – сила сопротивления движению рыхлителя, Н,

$$W_2 = (G_{тр} + G_{н.о}) (f \pm i).$$

Расчет потребной мощности двигателя рыхлителя. Потребная мощность двигателя рыхлителя определяется по формуле (2).

Бульдозеры

Цель работы: изучение устройства и краткой технической характеристики бульдозера; выполнение тягового расчета, определение потребной мощности двигателя машины, расчет производительности бульдозера (данные для расчета задает руководитель).

Бульдозеры – это землеройно-транспортные машины, предназначенные для послойного срезания и перемещения грунта, возведения насыпей и разработки выемок, засыпки траншей, разработки карьеров, планировочных работ. Их применяют для срезки кустарника, снятия растительного слоя при подготовке трассы и строительных площадок, а также в качестве толкача для скреперов.

Бульдозер представляет собой навесное оборудование на гусеничном или пневмоколесном тракторе.

Тяговый расчет бульдозера

Суммарная сила сопротивления движению бульдозера при копании грунта определяется по формуле, Н,

$$\Sigma W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5,$$

где W_1 – сила сопротивления резанию, Н;

W_2 – сила сопротивления перемещению грунта перед отвалом, Н;

W_3 – сила сопротивления перемещению грунта вверх по отвалу, Н;

W_4 – сила сопротивления перемещению грунта вдоль отвала, Н;

W_5 – сила сопротивления движению бульдозера, Н.

Сила сопротивления резанию

$$W_1 = K_p l h \sin \varphi,$$

где K_p – удельная сила сопротивления грунта резанию, Н/м²;

l – длина отвала (длина режущей кромки), м;

h – средняя глубина резания, м;

φ – угол захвата, ...°.

Сила сопротивления перемещению грунта перед отвалом

$$W_2 = G_{\text{пр}} \mu_2 \sin \varphi,$$

где $G_{\text{пр}}$ – вес призмы грунта перед отвалом, Н;

μ_2 – коэффициент внутреннего трения грунта, $\mu_2 = 0,7 \dots 1,0$.

Вес призмы грунта вычисляют по формулам, **†**:

– с учетом глубины резания

$$G_{\text{пр}} = \frac{l(H-h)^2}{2 \operatorname{tg} \varphi_0} \gamma, \quad (3)$$

– при перемещении грунта

$$G_{\text{пр}} = 0,6 H^2 l \gamma,$$

где H – высота отвала, м;

γ – удельный вес грунта, $\gamma = (15 \dots 20) 10^3 \text{ Н/м}^3$;

φ_0 – угол естественного откоса грунта, $\varphi_0 = 38 \dots 45^\circ$.

Сила сопротивления перемещению грунта вверх по отвалу

$$W_3 = G_{\text{пр}} \mu_1 \cos^2 \delta \sin \varphi,$$

где μ_1 – коэффициент трения грунта об отвал, $\mu_1 = 0,73 \dots 1,00$;
 δ – угол резания, \dots° .

Сила сопротивления перемещению грунта вдоль отвала

$$W_4 = G_{\text{пр}} \mu_1 \mu_2 \cos \varphi.$$

Сила сопротивления движению бульдозера

$$W_5 = G_6 (f \pm i),$$

где G_6 – вес бульдозерного оборудования с трактором, Н;
 f – коэффициент сопротивления движению трактора, $f = 0,10 \dots 0,25$;
 i – уклон участка, ‰.

Потребная мощность двигателя бульдозера определяется по формуле (2).

Расчет производительности бульдозера

При разработке и перемещении грунта производительность бульдозера определяется по формуле, $\text{м}^3/\text{ч}$,

$$\Pi = \frac{3600 V K_{\text{ц}} K_{\text{в}}}{T_{\text{ц}} K_{\text{р}}},$$

где V – объем грунта, перемещаемый бульдозером за один цикл, м^3 , определяется по формуле (3);

$K_{\text{ц}}$ – коэффициент, учитывающий потери грунта при перемещении,

$$K_{\text{ц}} = 1 - 0,005L;$$

L – длина пути перемещения грунта, м;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент использования бульдозера по времени, $K_{\text{в}} = 0,85 \dots 0,90$;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность рабочего цикла, с;

$K_{\text{р}}$ – коэффициент рыхления грунта: для песчаных грунтов – 1,12, суглинистых – 1,22, глинистых – 1,30.

Продолжительность рабочего цикла определяется по формуле, с,

$$T_{\text{ц}} = \frac{L_{\text{р}}}{v_{\text{р}}} + \frac{L_{\text{п}}}{v_{\text{п}}} + \frac{L_{\text{о}}}{v_{\text{о}}} + t + t_{\text{п}} + t_{\text{о}},$$

где L_p, L_n, L_o – длина пути резания, перемещения и обратного хода соответственно, м, $L_o = L_p + L_n$;

v_p, v_n, v_o – скорость движения при резании, перемещении и обратном ходе соответственно, м/с;

t, t_n, t_o – продолжительность одного поворота, переключения передач и опускания отвала соответственно, с, $t = 10 \dots 20$, $t_n = 3 \dots 5$, $t_o = 2 \dots 3$.

При планировочных работах производительность бульдозера определяется по формуле, м³/ч,

$$\Pi = \frac{L(l \sin \varphi - 0,5)K_B}{\left(\frac{L}{1000v} + t \right) n},$$

где L – длина планируемого участка, м;

l – длина отвала, м;

v – рабочая скорость при планировке, км/ч;

t – продолжительность одного поворота, $t = 0,016 \dots 0,030$ ч;

n – число проходов по одному следу.

Скреперы

Цель работы: изучение устройства и принципа работы скреперов; определение суммарного сопротивления движению, потребной мощности двигателя и производительности скрепера (данные для расчета задает руководитель).

Скреперы – землеройно-транспортные машины, предназначенные для послойного срезания грунта с набором в ковш, транспортирования и отсыпки его в земляное сооружение слоями заданной толщины, разработки выемок, а также для различных планировочных работ.

Тяговый расчет скрепера

Для работы скрепера необходимо, чтобы максимальное тяговое и толкающее усилие T было равно или несколько превышало наибольшее суммарное сопротивление движению $\sum W$, т.е.

$$T \geq \sum W,$$

$$T = (T_{\text{тяг}} + T_{\text{тол}})K_0 \geq \sum W,$$

где $T_{\text{тяг}}$, $T_{\text{тол}}$ – номинальное тяговое усилие тягача и толкача соответственно:

$$T_{\text{тяг}} = G_{\text{тяг}} f_{\text{сц}}, \quad T_{\text{тол}} = G_{\text{тол}} f_{\text{сц}};$$

$G_{\text{тяг}}$, $G_{\text{тол}}$ – вес тягача и толкача соответственно, Н;

$f_{\text{сц}}$ – коэффициент сцепления, для гусеничных машин – 0,9, для пневмоколесных – 0,6...0,8;

K_0 – коэффициент совместной работы тягача и толкача,

$$K_0 = 0,75 \dots 0,85.$$

Суммарное сопротивление движению скрепера, Н,

$$\sum W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4,$$

где W_1 – сопротивление грунта резанию, Н;

W_2 – сопротивление наполнению ковша грунтом, Н;

W_3 – сопротивление перемещению призмы грунта перед ковшом, Н;

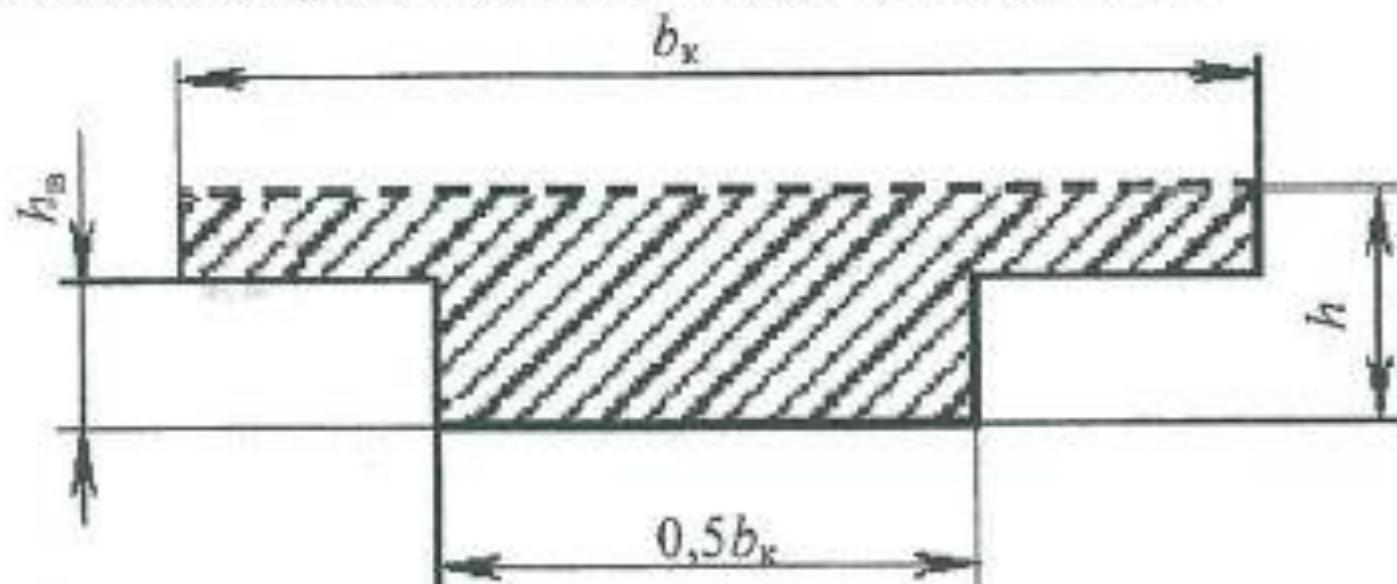
W_4 – сопротивление перемещению скрепера, Н.

Сопротивление грунта резанию

$$W_1 = kF,$$

где k – удельное сопротивление грунта резанию, Па;

F – площадь поперечного сечения стружки грунта, м^2 .



Поперечное сечение стружки грунта:

b_x – ширина ковша (резания); h – глубина резания;

h_b – величина выступа среднего ножа

Значения величин выступа среднего ножа в зависимости от вместимости ковша и высоты наполнения приведены в табл. 7.

Таблица 7

Вместимость ковша $V_k, \text{ м}^3$	4,5	6,0	8,0	10,0	15,0
Высота наполнения $H_n, \text{ м}$	1,0...1,2	1,2...1,5	1,3...1,8	1,8...2,0	2,3
Величина выступа среднего ножа $h_n, \text{ см}$	7,5	9,0	11,0	13,0	16,0

Сопротивление наполнению ковша грунтом

$$W_2 = \gamma(b_k h_n H_n + x b_k H_n^2),$$

где γ – объемный вес разрыхленного грунта, Н/м^3 ;

H_n – высота наполнения ковша грунтом, м;

x – коэффициент, учитывающий действие сил трения в процессе движения грунта внутри ковша: для супеси – 0,45, суглинка – 0,40, глины – 0,27.

Сопротивление перемещению призмы грунта перед ковшом

$$W_3 = Y b_k H_n^2 \gamma \mu_2,$$

где Y – отношение высоты призмы волочения к высоте наполнения ковша,
 $Y = 0,5 \dots 0,7$;

μ_2 – коэффициент внутреннего трения, $\mu_2 = 0,4 \dots 0,6$.

Сопротивление перемещению скрепера

$$W_4 = G(f \pm i),$$

где G – общий вес скрепера, Н,

$$G = G_{ск} + G_{гр};$$

$G_{ск}$ – вес скрепера, Н;

$G_{гр}$ – вес грунта в ковше скрепера, Н,

$$G_{гр} = V_k \gamma K_n;$$

V_k – вместимость ковша, м³;

K_n – коэффициент наполнения, $K_n = 0,8 \dots 1,2$;

f – коэффициент сопротивления движению, $f = 0,15 \dots 0,20$;

i – уклон пути, ‰.

Потребная мощность для работы скрепера рассчитывается по формуле (2).

Расчет производительности скрепера

Эксплуатационная производительность скрепера определяется по формуле, м³/ч,

$$\Pi = \frac{3600qK_n K_v}{K_p T_{ц}}$$

где q – геометрическая вместимость ковша, м³;

K_n – коэффициент наполнения ковша (табл. 8);

K_v – коэффициент использования машин по времени, $K_v = 0,8 \dots 0,9$;

K_p – коэффициент разрыхления грунта (табл. 8);

$T_{ц}$ – продолжительность рабочего цикла, с.

Таблица 8

Вид грунта	Коэффициент	
	наполнения	разрыхления
Супесь, суглинки	1,10...1,20	1,20...1,40
Глина	1,00...1,15	1,25...1,35

Продолжительность рабочего цикла скрепера определяется по формуле, с,

$$T_{\text{ц}} = \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + \frac{l_3}{v_3} + \frac{l_4}{v_4} + 2t + nt_{\text{п}},$$

где l_1, l_2, l_3, l_4 — расстояния, пройденные при загрузке, транспортировании, разгрузке и обратном ходе к месту загрузки соответственно, м;

v_1, v_2, v_3, v_4 — скорости движения на соответствующих участках пути, м/с,

$$v_1 = (0,65 \dots 0,85) v_2,$$

v_1 — скорость движения на первой передаче, м/с;

t — продолжительность одного поворота, $t = 15 \dots 20$ с;

n — число переключений передач в течение одного рабочего цикла, $n = 4 \dots 6$;

$t_{\text{п}}$ — продолжительность переключения передач, $t_{\text{п}} = 4 \dots 5$ с.

Расстояния l_1, l_3 и l_4 рассчитываются по формулам, м:

$$l_1 = \frac{q(1+m)K_{\text{н}}}{b_{\text{к}}hK_{\text{р}}} + 0,5; \quad l_3 = \frac{qK_{\text{н}}}{b_{\text{к}}h_1}; \quad l_4 = l_1 + l_2 + l_3,$$

где m — отношение объема валика грунта перед ковшом (призмы волочения) к вместимости ковша (табл. 9);

h_1 — толщина отсыпаемого слоя, м.

Экскаваторы

Цель работы: изучение назначения, устройства и технической характеристики одноковшовых экскаваторов.

Одноковшовые экскаваторы являются универсальными машинами с ковшовым рабочим органом. Они предназначены для разработки грунтов и горных пород с перемещением их в отвал или погрузкой в транспортные средства.

Эксплуатационную производительность одноковшового экскаватора можно рассчитать по формуле, $\text{м}^3/\text{ч}$,

$$P_{\text{э}} = \frac{3600}{T_{\text{ц}}} V_{\text{к}} K_{\text{в}} \frac{K_{\text{н}}}{K_{\text{р}}} K_{\text{т}} K_{\text{с}},$$

где $T_{\text{ц}}$ – продолжительность одного цикла, с (табл. 10);

$V_{\text{к}}$ – вместимость ковша, м^3 ;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент использования машины по времени, $K_{\text{в}} = 0,80 \dots 0,85$;

$K_{\text{н}}$ – коэффициент наполнения ковша;

$K_{\text{р}}$ – коэффициент разрыхления грунта;

$K_{\text{т}}$ – коэффициент влияния трудности разработки;

$K_{\text{с}}$ – коэффициент совмещения операций, $K_{\text{с}} = 1,2 \dots 1,3$.

Большое влияние на производительность одноковшовых экскаваторов оказывает также обеспечение их надлежащим количеством автомобилей-самосвалов при рациональной организации транспортирования грунта.

Исследованиями и практикой установлено, что вместимость кузовов транспортных средств, предназначенных для перевозки грунта (или других материалов), должна быть не менее чем в 4–6 раз больше вместимости ковша экскаватора.

Количество транспортных единиц N определяется по формуле

$$N = \frac{\Pi_3}{\Pi_a},$$

где Π_a – производительность выборочной транспортной единицы для перевозки материалов, $\text{м}^3/\text{ч}$,

$$\Pi_a = \frac{mq_T}{\gamma};$$

m – число рейсов транспортной единицы,

$$m = \frac{60}{T};$$

q_T – грузоподъемность выборочной транспортной единицы, т;

γ – плотность грунта, $\text{т}/\text{м}^3$;

T – продолжительность одного цикла, мин,

$$T = t_{\text{п}} + \frac{60L}{v_1} + \frac{60L}{v_2} + t_{\text{р}};$$

$t_{\text{п}}$ – время, необходимое для погрузки одной транспортной единицы, мин,

$$t_{\text{п}} = \frac{60q_{\text{ж}}}{\gamma \Pi_3};$$

L – расстояние транспортирования, км;

v_1, v_2 – скорость движения груженой и порожней транспортной единицы, км/ч;

$t_{\text{р}}$ – время разгрузки, мин.

Автогрейдеры

Цель работы: изучение назначения, устройства и краткой технической характеристики автогрейдеров; расчет производительности автогрейдера (данные для расчета задает руководитель).

Автогрейдеры предназначены для планировки земляного полотна, откосов выемок и насыпей, возведения невысоких насыпей, устройства корыта в готовом полотне для сооружения основания проезжей части дороги, перемещения грунтовых и гравийно-щебеночных материалов с вяжущими добавками. Эти машины используют при ремонте, летнем и зимнем содержании дорог.

Производительность автогрейдера *при профилировании (возведении) земляного полотна дороги* высотой до 0,75 м выражается объемом вырезанного и перемещенного на длину рабочего участка грунта за единицу времени и определяется по формуле, м³/ч,

$$\Pi = \frac{1000LFK_p}{2L \left(\frac{n_z}{v_z} + \frac{n_p}{v_p} + \frac{n_o}{v_o} \right) + 2t(n_z + n_p + n_o)},$$

где L — длина участка, км;

F — площадь сечения насыпи, м²;

K_p — коэффициент использования машины по времени, $K_p = 0,8 \dots 0,9$;

n_z, n_p, n_o — число проходов в одном направлении при зарезании, перемещении и отделке соответственно;

v_z, v_p, v_o — скорости, соответствующие этим проходам, $v_z = 3,0 \dots 4,5$ км/ч, $v_p = 3,0 \dots 6,0$ км/ч, $v_o = 3,0 \dots 4,0$ км/ч;

t — продолжительность одного поворота, $t = 0,086 \dots 0,040$ ч.

Число проходов соответственно при зарезании, перемещении и отделке:

$$n_3 = \frac{FK_{п.к}}{2f_3}, \quad n_{п} = n_3 \frac{l_0}{l_{п}} K_{п.п}, \quad n_0 \approx 0,5n_{п},$$

где $K_{п.к}$ – коэффициент перекрытия проходов при копании, $K_{п.к} = 1,7$;
 f_3 – площадь сечения стружки в плотном теле, $f_3 = 0,11 \dots 0,14 \text{ м}^2$; *0,12*
 l_0 – средняя потребная длина пути перемещения, м;
 $l_{п}$ – длина пути перемещения грунта за один проход, $l_{п} = 2,4 \text{ м}$;
 $K_{п.п}$ – коэффициент перекрытия проходов при перемещении, $K_{п.п} = 1,15$.

При разработке коротких участков (длиной менее 500 м) нормы производительности снижаются на соответствующий коэффициент, который зависит от длины участка:

Длина участка, м.....	400	200	100
Коэффициент.....	0,95	0,90	0,80

Производительность автогрейдера *при планировочных работах* определяется по формуле, м²/ч,

$$\Pi = \frac{3600L(L_0 \sin \alpha - a)K_B}{\left(\frac{L}{v} + t_{\text{пов}}\right)n},$$

где L – длина планируемого участка, м;

L_0 – длина отвала, м;

α – угол захвата, ...°;

a – ширина полосы перекрытия ходов, $a = 0,3 \dots 0,5$ м;

K_B – коэффициент использования машины по времени, $K_B = 0,8 \dots 0,9$;

v – рабочая скорость, м/с;

$t_{\text{пов}}$ – время поворота, $t_{\text{пов}} = 20 \dots 30$ с;

n – число проходов по одному месту, $n = 2-3$.

