

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Факультет Институт мелиорации,
водного хозяйства
и строительства
им. А.Н. Костякова

Технология и организация строительства производства скреперных работ

Методические указания
по выполнению практической работы для студентов специальностей:
35.03.11 – «Гидромелиорация»

Москва 2022

УДК 624.134+621.878.6

ББК 38.623

К 26

Карпов М.В., Журавлева Л.А.

К26

Технология и организация строительства производства скреперных работ : методические указания для выполнения практической работы. / ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. – Саратов: ООО «Амирит», 2022. – 16 с.

ISBN 978-5-00140-964-9

УДК 624.134+621.878.6

ББК 38.623

ISBN 978-5-00140-964-9

© Карпов М.В., 2022

СОДЕРЖАНИЕ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Цель работы – научиться подбирать эффективные технологии и скреперы для выполнения земляных работ, создавать схемы их производства и определять стоимость работ и заработную плату машинистов.

Исходные данные выполнения работы содержатся в таблице 1.

Таблица 1

№ варианта	Выемка			Заложение откосов кавальеров		
	Глубина Н, м	Ширина по дну в, м	Длина L, м	Заложение откосов m_1	m_2	m_3
1	2	3	4	5	6	7
1.	4,0	5,0	100	2	4	1
2.	4,5	5,5	200			
3.	5,0	6,0	400			
4.	5,5	6,5	350			
5.	6,0	6,0	150			
6.	4,25	8,5	200			
7.	4,75	7,0	100			
8.	5,25	7,5	350			
9.	5,75	8,0	400			
10.	4,0	5,0	200			
11.	4,5	5,5	350			
12.	5,0	6,0	150			
13.	5,5	6,5	100			
14.	6,0	7,0	350			
15.	4,25	7,5	200			
16.	4,75	8,0	400			
17.	5,25	6,0	350			
18.	5,75	6,5	100			
19.	4,5	7,0	200			
20.	5,0	7,5	100			

План работы.

1. Определить объём земляных работ.
2. Выбрать рациональную технологию производства работ и современные скреперы, привести их основные технические характеристики
3. Выбрать рациональную схему движения скрепера.

4. Определить длины участков пути скрепера.
5. Определить время полного цикла работы скрепера.
6. Определить производительность скрепера.
7. Начертить поперечный профиль, план сооружения и схему движения скрепера.

Назначение и условия применения скреперов

Скреперы являются землеройно-транспортными машинами, предназначенными для послойного (горизонтальными слоями) копания грунтов, транспортирования и отсыпки их в земляные сооружения слоями заданной толщины. Кроме того, при движении по насыпи скреперы своими колесами уплотняют отсыпанные слои грунта, благодаря чему сокращается потребность в специальных грунтоуплотняющих машинах.

Скреперы используют для разработки разнообразных грунтов 1-111 категорий от чернозема до тяжелых глин. Очень плотные грунты предварительно разрабатывают рыхлителями.

Применение скреперов определяется дальностью возки грунта.

Прицепные скреперы в агрегате с базовыми гусеничными тракторами используют при дальности транспортирования от 100 до 800 и максимально до 1000 м. Чем больше вместимость скрепера, тем быстрее его базовый трактор, тем на большей дальности транспортирования целесообразно применят агрегат. Однако уже при дальности транспортирования 1 км прицепные скреперы уступают в рентабельности автомобилям – самосвалам, загружаемым одноковшовыми экскаваторами. Если дальность транспортирования грунта менее 100 м, выгоднее применять более простые и дешевые землеройные машины, такие как бульдозеры на базе гусеничных тракторов.

Самоходные скреперы, агрегируемые с базовыми, быстроходными колесными тягачами применяют в благоприятных условиях при дальности транспортирования от 300 до 3000 м и более. При дальности транспортирования более 3000 м по бездорожью скреперы рентабельнее самосвалов, загружаемых экскаватором.

По типу ходовой части базовой машины различают скреперы на гусеничном и колесном ходу.

По способу загрузки ковша грунтом различают скреперы с загрузкой движущим усилием, т.е. тягой базовой машины и тягача (в случае применения последнего) и скреперы с принудительной загрузкой скребковым элеватором, установленным на самом скрепере.

Увеличению производительности и эффективности работы скреперов способствует создание самоходных машин повышенной вместимости с двумя двигателями, (дополнительный двигатель служит для привода задних колес скрепера), а также применение самоходных скреперных поездов из двух или трех скреперов, загружаемых поочередно.

Некоторые модели скреперов с гидравлическим управлением оснащаются системой “Стабилоплан” для автоматической стабилизации положения ковша при планировочных работах. Эта система дает возможность автоматически выдерживать заданный уклон продольного профиля планируемой поверхности.

1. Определение объёма земляных работ

1.1. Определение площади поперечного сечения выемки без учёта растительного грунта S , m^2 (рис. 1).

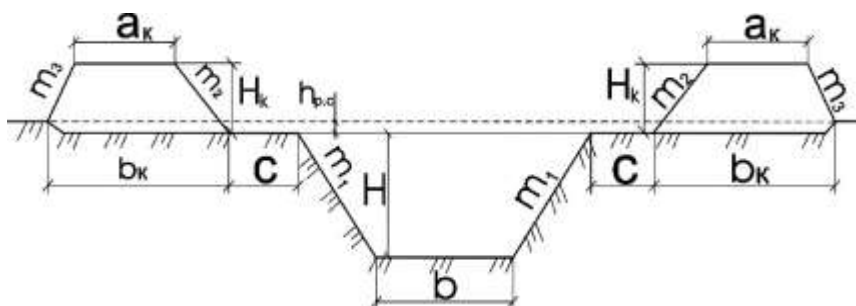


Рис. 1. Поперечное сечение выемки.

$$S = \frac{(B+b)}{2} \cdot H - B \cdot h_{pc}, \quad (1)$$

где B – ширина выемки по верху, м; b – ширина выемки по дну, м; H – глубина выемки, м; h_{pc} – толщина растительного грунта, м (рекомендуемая $h_{pc} = 0,30$); c – ширина бермы, м (рекомендуемая 5 м).

$$B = b + 2m_1 \cdot H, \quad (2)$$

где m_1 – заложение откосов выемки.

1.2. Объём выемки без учёта растительного грунта V , m^3 .

$$V = S \cdot L, \quad (3)$$

где L – длина выемки, м.

1.3. Параметры кавальеров

1.3.1. Высота кавальера H_k , м.

Рациональную высоту кавальера при отсыпке его скреперами определяют по формуле:

$$H_k = 0,33 \cdot \sqrt{\frac{S}{2}}, \quad (4)$$

где S – площадь поперечного сечения, m^2 .

Ширина кавальера по верху a_k и по низу b_k , м.

Площадь поперечного сечения кавальера S_k с учётом снятого растительного грунта можно определить по выражению:

$$S_k = [a_k + 0,5(m_2 + m_1) \cdot H'_k] \cdot H'_k, \quad (5)$$

где m_2 и m_3 – заложение откосов кавальера; H'_k – высота кавальера с учётом толщины снятого растительного грунта, м.

$$H'_k = H_k + h_{pc}. \quad (6)$$

Из (5) определяют ширину кавальера по верху a_k .

$$a_k = \frac{(S_k - 0,5 \cdot (m_2 + m_3) \cdot H'_k)}{H'_k}, \quad (7)$$

$$S_k = \left(\frac{S}{2}\right) \cdot K_p, \quad (8)$$

где K_p – коэффициент разрыхления грунта $\approx 1,3$.

Зная a_k определяют b_k

$$b_k = a_k + (m_2 + m_3) \cdot H_k. \quad (9)$$

2. Выбор скреперов для производства работ.

Выбор скрепера зависит от климатических условий района, вида и состояния грунтов, конфигурации земляных сооружений, дальности транспортирования грунта и объема работ.

Плотные и мерзлые грунты предварительно разрыхляют. Скреперы не следует применять: на заболоченных участках и участках с выходом грунтовых вод; при разработке сыпучих песков, моренных и других грунтов, содержащих валуны и крупные включения.

Ширина выемки по дну и насыпи поверху должна удовлетворять условиям нормальной работы скрепера.

Ориентировочная область применения скреперов в мелиоративном строительстве в зависимости от проектного объема грунта приведена в таблице 2.

Таблица 2

Параметры каналов и плотин	Проектный объем грунта на 1 м длины сооружения, м ³	Вместимость ковша скрепера, м ³
Каналы: ширина по дну 3–6 м; глубина до 8 м. Земляные дамбы: высота до 8 м	до 200	7–10
Каналы: ширина по дну 8–10 м; глубина 5–10 м. Земляные плотины: высота 10–16 м	200–400	10–15
Каналы: ширина по дну более 15 м; глубина более 10 м. Земляные плотины: высота 16 м и более	500–3000	15–25

Оптимальная дальность перемещения грунта скреперами (табл. 3).

Таблица 3

Скреперы	Вместимость ковша, м ³	Дальность перемещения грунта, м
Прицепные	3–4,5	до 250
	6–7	до 350
	8–10	до 550
	15	до 800–1000
Самоходные	4,5–8	до 1500
	10	до 2500
	15–25	до 3000

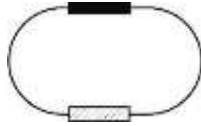

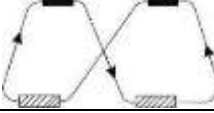



Технические характеристики скреперов представлены в приложении 1.

3. Выбор рациональной схемы движения скрепера.

Схемы движения скрепера во многом определяют производительность скреперных работ, их стоимость и качество.

Условия и области применения схем движения скреперов представлены в таблице 4.

Таблица 4

Схема движения скрепера	Наибольшая высота или глубина земляного сооружения	Области применения
<p>По эллипсу</p> 	<p>4–5</p> <p>4–7</p> <p>1–1,5</p>	<p>Возведения насыпей из грунтов односторонних резервов при длине участка работ до 100 м.</p> <p>Разработка выемок с укладкой грунта в насыпь или кавальер при длине участка работ до 100 м.</p> <p>Планировочные или вскрышные работы с продольной разработкой грунта</p>
<p>Спиральная</p> 	<p>2–2,5</p> <p>2–2,5</p>	<p>Возведение широких насыпей из грунтов двусторонних резервов</p> <p>Разработка широких выемок с укладкой грунта в кавальеры</p>
<p>Восьмеркой</p> 	<p>4–6</p> <p>4–6</p> <p>1–1,5</p>	<p>Возведение насыпей из грунтов боковых резервов при длине участка работ до 200 м</p> <p>Разработка выемок с укладкой грунта в насыпь или в кавальер при длине участка работ до 200 м</p> <p>Планировочные или вскрышные работы</p>
<p>По зигзагу</p> 	<p>2,5–6</p> <p>2,5–6</p>	<p>Возведение насыпей из грунтов односторонних или двусторонних резервов при длине участка работ 200 м и более.</p> <p>Разработка выемок с укладкой грунта в односторонний или двусторонний кавальер при длине участка работ более 200 м</p>
<p>Челночно-поперечная</p> 	<p>1–1,5</p> <p>1–1,5</p> <p>1–1,5</p>	<p>Разработка выемок с укладкой грунта в двусторонние отвалы при ширине выемок не менее длины пути набора ковша скрепера.</p> <p>Возведение насыпей из грунтов двусторонних резервов при ширине насыпи не менее длины пути выгрузки ковша скрепера.</p> <p>Планировочные или вскрышные работы</p>
<p>Челночно-продольная</p> 	<p>4–6</p> <p>4–6</p>	<p>Возведение насыпей с заложением откосов не круче 1:2 из грунтов двусторонних резервов.</p> <p>Разработка выемок с укладкой грунта в двусторонние отвалы</p>

3.1. Определение длины участков пути движения скрепера

Весь путь движения скрепера складывается из отдельных участков: пути набора грунта, пути груженого хода, пути выгрузки и пути порожнего хода (рис. 2).

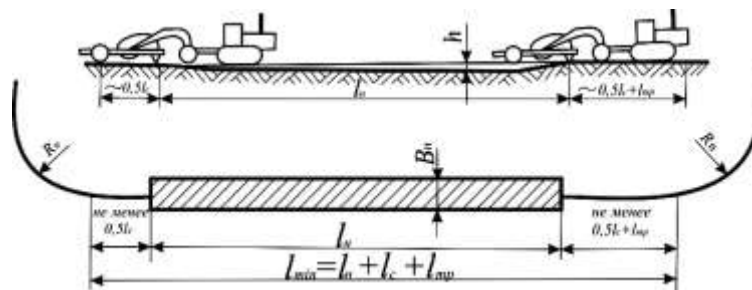


Рис. 2. Схема набора грунта скрепером

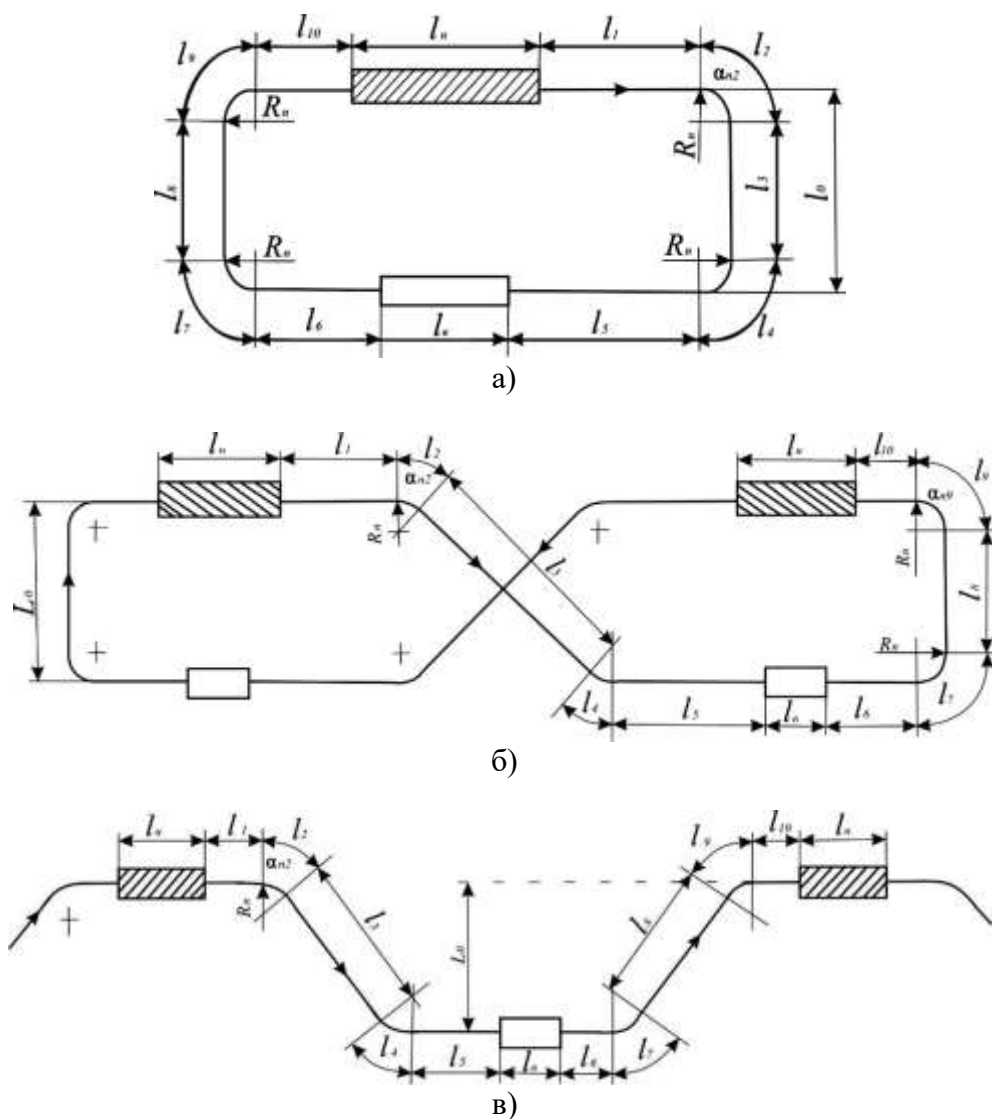


Рис. 3. Примеры схем движения скреперов:
а) по эллипсу; б) по «восьмерке»; в) по «зигзагу»

3.1.1. Длина участка пути набора грунта

Набор грунта скрепером можно вести только на прямолинейных участках (рис. 3). К моменту начала набора тягач, и часть скрепера будут находиться уже на полосе набора грунта. После окончания набора тягач и часть скрепера выйдут за пределы участка, на котором срезался грунт.

Длина пути набора грунта определяется по формуле:

$$l_n = \frac{qK_n K_p}{K_h h b_n} \quad (10)$$

где q – геометрическая вместимость ковша, м³; K_n – коэффициент наполнения ковша грунтом (табл. 5); K_p – Коэффициент потерь грунта при наборе ($K_p \approx 1,2$); h – толщина срезаемой стружки грунта, м; K_h – коэффициент неравномерности толщины стружки ($K_h \approx 0,7$); K_p – коэффициент разрыхления грунта (табл. 6); b_n – ширина полосы захвата грунта ножами скрепера (ширина ковша), м.

Таблица 5

Коэффициенты наполнения ковша грунтом

Вид грунта	K_n		
	Без толкача	С толкачом	С элеваторной загрузкой
Сухой рыхлый песок	0,5...0,7	0,8...1,0	1...1,2
Супесь и средний суглинок	0,8...0,95	1,0...1,2	1...1,2
Тяжёлый суглинок и глина	0,65...0,75	0,9...1,2	–

Таблица 6

Коэффициент разрыхления грунта

Вместимость ковша, м ³	Вид грунта			
	песок	Супесь	суглинок	Глина
3...4,5	0,12	0,12	0,1	0,07
6...8	0,2	0,15	0,12 (0,2)	0,09 (0,14)
9...10	0,3 (0,3)	0,2 (0,3)	0,18 (0,25)	0,14 (0,18)
15...	0,35 (0,35)	0,25 (0,35)	0,21 (0,3)	0,16 (0,22)

3.1.2. Длина участка пути выгрузки грунта скрепера

$$l_b = \frac{qK_n}{h_{сл} b_n} \quad (11)$$

где $h_{сл}$ – средняя толщина слоя отсыпки грунта в насыпи, м.

3.1.3. Длина участка пути груженого хода

Длина участка пути груженого хода скрепера $l_{г.х.}$ складывается из прямолинейного участка l_1 перед поворотом после набора грунта, участка поворота l_2 после участка l_1 , прямолинейного участка l_3 после поворота l_2 , участка поворота l_4 , на выгрузку и из прямолинейного участка l_5 перед выгрузкой, т. е.

$$l_{г.х.} = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5. \quad (12)$$

Отдельные участки груженого хода (рис. 3) определяется следующим образом:

$$l_1 = 0,5l_{ск} + l_T, \quad (13)$$

где $l_{ск}$ – длина скрепера, м; l_T – длина тягача, м

$$l = \frac{\pi R_{п} \alpha_{п2}}{2 \cdot 180^\circ}, \quad (14)$$

где $R_{п}$ – радиус поворота, м; $\alpha_{п2}$ – угол поворота, град. $\alpha_{п2} = 90^\circ$.

$$l_3 = \frac{L_0 - 2R_{п} (1 - \cos \alpha_{п2})}{\sin \alpha_{п2}}, \quad (15)$$

где L_0 – расстояние между осями земляных сооружений (насыпи и выемки), м.

$$l_4 = l_2; \\ l = \frac{l_H}{2} + l - \frac{l_B}{2}. \quad (16)$$

3.1.4. Длина участка порожнего (холостого) хода

Длина участка пути порожнего хода $l_{х.х.}$ складывается из прямолинейного участка l_6 после окончания выгрузки грунта, участка поворота l_7 после участка l_6 , прямолинейного участка l_8 после поворота l_7 , участка поворота l_9 на участок набора грунта и из прямолинейного участка l_{10} перед началом набора грунта, т.е.

$$l_{х.х.} = l_6 + l_7 + l_8 + l_9 + l_{10}. \quad (17)$$

Отдельные участки пути холостого хода (рис. 3) определяется следующим образом.

$$l = \frac{l_H}{2} + l - \frac{l_B}{2}; \quad (18)$$

$$l_7 = l_9 = \frac{\pi R_{\text{п}} \alpha_{\text{п}9}}{180^\circ}; \quad (19)$$

$$l_8 = L_0 - 2R_{\text{п}}; \quad (20)$$

$$l_8 = l_3;$$

$$l_{10} = 0,5l_{\text{ск}}. \quad (21)$$

Продолжительность цикла $T_{\text{Ц}}$ (с) складывается из продолжительностей набора грунта $t_{\text{н}}$, груженого хода $t_{\text{г.х.}}$, выгрузки $t_{\text{в}}$ и порожнего хода $t_{\text{х.х.}}$, т.е.

$$T_{\text{Ц}} = t_{\text{н}} + t_{\text{г.х.}} + t_{\text{в}} + t_{\text{х.х.}} \quad (22)$$

Продолжительность каждой из составляющих цикла (t_i) определяется по следующему выражению (с):

$$t_i = \frac{3,6l_i}{V_i}, \quad (23)$$

где l_i – длины участков пути набора, выгрузки, груженого или порожнего хода, м; V_i – соответствующие элементам цикла скорости движения тягача при наборе, выгрузке, груженом или порожнем ходе, км/ч.

Таблица 7

Эксплуатационные параметры скреперов

Параметры	Емкость ковша, м ³			
	3	6–8	10–12	15–25
Длина пути наполнения, м	12–15	15–20	20–25	30–35
Максимальная скорость передвижения V_{max} , км/ч:				
прицепные скреперы	11,49	9,5–10,13	12,45	–
самоходные скреперы	44,0–44,5			45
Длина разгрузки пути, м	3–10			
Время на поворот и переключение передач, с	50–60 (прицепной) 15–30 (самоходный)			
Скорость движения, км/ч:				
при заполнении ковша	(0,65–0,8) V_1^*			
при транспортировании грунта	(0,55–0,75) V_{max}			
при транспортировании порожнего скрепера	(0,75–0,85) V_{max}			
при разгрузке	до 0,75 V_{max}			

* V_1 – скорость движения на 1 передаче, равная 2–4 км/ч.

Продолжительность каждой из составляющих цикла определяется по следующему выражению (с):

$$t = \frac{3,6l_i}{V_i} K_3, \quad (24)$$

где K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение продолжительности элементов цикла за счет разгона при трогании с места, замедления при остановке и переключении передач, пробуксовке движителей по грунту.

При наборе грунта в груженом ходе $K_3 = 1,3 \dots 1,4$

При выгрузке грунта и порожнем ходе $K_3 = 1,1 \dots 1,2$

Определение производительности скрепера

Эксплуатационная часовая производительность скрепера определяется по формуле ($\text{м}^3/\text{ч}$):

$$П_{\text{э.ч.}} = \frac{qnK_n K_q}{K_p}, \quad (25)$$

где n – число циклов за 1 час.

$$n = \frac{3600}{T_{\text{ц}}}, \quad (26)$$

где K_q – коэффициент использования рабочего времени 1 ч ($K_q = 0,9 \dots 0,95$).

Эксплуатационная сменная производительность скрепера.

$$П_{\text{э.ч.}} = \frac{qnK_n t_{\text{ч}} K_{\text{см}}}{K_p}, \quad (27)$$

где $t_{\text{ч}}$ – число часов в смене.

$K_{\text{см}}$ – коэффициент использования рабочего времени смены ($K_{\text{см}} = 0,75 \dots 0,85$)

Поперечный профиль, план сооружения и схема движения скрепера.

Выбрав соответствующий масштаб вычертить на миллиметровке (формат А4 или А3) поперечный профиль и план сооружения согласно исходным данным, содержащимся в задании. Затем по найденным значениям участков пути движения скрепера на плане начертить его схему движения.

Контрольные вопросы

1. Области применения скреперов.
2. При каком условии можно применять поперечный способ разработки грунта в выемке?
3. Как определить рациональную высоту кавальера, отсыпаемого скрепером?
4. Какие существуют способы резания грунта скреперами и их достоинства?
5. Схемы движения скреперов и их достоинства и недостатки?
6. Как определить наименьшую ширину насыпи для поворота скрепера на обратный ход?
7. С какой целью устраивают въезды и съезды?
8. Почему коэффициенты использования времени всегда меньше единицы?
9. Какие конструктивные усовершенствования повышают производительность скрепера, и каким образом?
10. Производительность скреперов и пути её повышения.

Список литературы

1. Ясинецкий В.Г., Фенин Н.К. Организация и технология гидромелиоративных работ. М., 1986.
2. Технология и организация строительства. Учебник: Г.К. Соколов. М., 2002.
3. Справочник современного строителя. Под ред. Л.Р. Маиляна. Ростов-на/Д.: Феникс, 2004. – 544 с.
4. Технология строительных процессов/под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. М.: Высшая школа, 2001. – 464 с.

Технические характеристики прицепных скреперов

Наименование показателей	Модели		
	ДЗ-111А	ДЗ-172.1, ДЗ-172.5 и модификации	ДЗ-149-5
Вместимость ковша, м³			
геометрическая	4,5	8,8	8,8
номинальная (с «шапкой»)	6	11	11
Грузоподъемность, т	9	16,5	16,5
Базовый трактор:			
модель	Т-4АП2	Т-170.01-2 и модификации	К-701
тяговый класс	4	10	in
мощность, кВт	96	125	221
максимальная скорость, км/ч	9.32	10,4	33,8
ширина резания, мм	2430	2754	2850
максимальное заглубление, мм	130	170	150
Толщина слоя отсыпки, мм	400	400	400
Колесная база, мм	4440	6300	6350
Колея колес, мм:			
передних	1300	1950	1670
задних	2000	18.00-25	1995
Минимальный радиус поворота, мм	2700	8400	8860
Габариты в транспортном положении (с трактором), мм:			
длина	11420	14330	16754
ширина	2922	3150	3150
высота	2520	3300	3750
Эксплуатационная масса, кг	12880	25205 (25385)	23300
Изготовитель	Бердянский завод дорожных машин	ПО Челябинский завод дорожных машин им. Колющенко	Бердянский завод дорожных машин

продолжение приложения 1

Техническая характеристика самоходных скреперов

Наименование показателей	Модели			
	ДЗ-87-1 (ДЗ-87-1А)	МоАЗ-6014	МоАЗ-6007	ДЗ-13Б
Вместимость ковша, м:				
геометрическая номинальная (с «шапкой»)	4,5 (5) 6 (6,5)	8,3 11	11 15	16 23
Грузоподъемность, т	9(10)	16	22	30
Базовый тягач:				
тип	Двухосный	Одноосный	Одноосный	Одноосный
модель	Т-150К	МоАЗ-6442	МоАЗ-7406	БелАЗ-7442
мощность, кВт	121	165,4	235...250	265
максимальная скорость, км/ч	30	40	50	50
Ширина резания, мм	2430	2820	2890	3430
Максимальное заглубление, мм	135	150	350	200
Толщина слоя отсыпки, мм	415	450	460	510
Колесная база, мм	5040	6900	7720	8100
Колея колес, мм:				
передних	1910	2370	2450	2490
задних	1870	2180	2100	2360
Обозначение шин, дюйм	14,00–20	21,00–28	29,5–29	27,00–33
Минимальная ширина полосы разворота, мм	12200	8600	11000	12800
Габариты в транспортном положении, мм:				
длина	10730	11215	12750	12813
ширина	2922	3242	3250	3820
высота	2840	3500	3800	3858
Эксплуатационная масса, кг	12300	20000	30000	37500
Изготовитель	Бердянский завод дорожных машин	Могил автоз		аковский завод самоходных землеройных машин

Карпов М.В.

Технология и организация строительства производства скреперных работ

Методические указания
по выполнению практической работы для студентов специальностей:
35.03.11 – «Гидромелиорация»

ISBN 978-5-00140-964-9



9 785001 409649 >

Подписано в печать 28.02.2022.

Формат 60×90 ¹/₁₆. Гарнитура Times New Roman. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 932-22.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «Амирит», 410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88.

Тел.: 8-800-700-86-33 | (845-2) 24-86-33

E-mail: zakaz@amirit.ru

Сайт: amirit.ru