Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Факультет водного господарства

Кафедра водогосподарського, промислового та цивільного будівництва

105 - 17

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

"ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ"

напряму 6.050503 „Машинобудування"
за професійним спрямуванням
"Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання"
для студентів денної і заочної форм навчання

Рекомендовано
методичною комісією напряму підготовки 6.050503 "Машинобудування"
протокол № 12 від 01 грудня 2009 р.

Рівне 2010

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Технологія і організація виконання робіт" для студентів напряму 6.050503 „Машинобудування" за професійним спрямуванням "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання" денної і заочної форм навчання / Клімов С.В. Рівне, НУВГП, 2009. – 40 с.

Упорядник: С.В. Клімов, доц. каф. ВГПЦБ.

Відповідальний за випуск – М.М.Ткачук, завідувач кафедрою ВГПЦБ, професор.

Зміст

	Вступ	3
1.	Підбір одноківшевих екскаваторів. Визначення необхідної кількості транспортних засобів для безперебійної роботи одноківшевого екскаватора.	3
2.	Розрахунок експлуатаційної продуктивності машин.	12
3.	Комплексна механізація робіт при будівництві напірних трубопроводів.	28
4.	Комплексна механізація робіт при будівництві зрошувального каналу в напіввиїмці-напівнасипу.	34
	Література	

© Клімов С.В., 2009
© НУВГП, 2009

Вступ

Дисципліна "Технологія і організація виконання робіт" є однією з основних в циклі професійно-практичної підготовки фахівців (бакалаврів) напряму 0505 "Машинобудування" і є узагальненням вивчення конструкції машин і обладнання, їх технічної і виробничої експлуатації, будівельних матеріалів та інших дисциплін.

Предметом вивчення дисципліни є технологія і організація виконання робіт підйомно-транспортними, будівельними, дорожніми, меліоративними машинами і обладнанням (ПТБДММіО) при виконанні основних видів будівельних робіт. Мета предмету – дати студентам інженерні знання щодо знаходження оптимальних рішень розв'язання технологічних та організаційних задач при виконанні робіт, що можливо лише на основі знань технології виконання робіт.

Основні завдання будівництва – підвищення продуктивності праці за рахунок впровадження наукової організації праці, впровадження перспективних технологій виконання робіт, забезпечення комплексної механізації всіх технологічних процесів, здешевлення і прискорення будівництва, підвищення якості робіт і ефективності будівництва, зведення до мінімуму використання ручної праці, максимальне використання принципів поточності будівництва, впровадження результатів науково-технічного прогресу у галузі будівництва.

Під технологією стосовно будівельної галузі слід розуміти сукупність процесів по переробці та обробці матеріалів, з яких будують інженерні споруди різного призначення, а саме: ґрунт, бетон, залізобетон, метал, полімери тощо.

1. Підбір одноківшевих екскаваторів. Визначення необхідної кількості транспортних засобів для безперебійної роботи одноківшевого екскаватора.

1.1. Вибір екскаваторів з робочим обладнанням "драглайн" для розробки зрошувальних каналів.

Умовою вибору екскаватора є розміри поперечного перерізу каналу та робочі параметри екскаваторів (табл. 1.1 та 1.2).

Робочі параметри екскаваторів для будівництва каналів наведені в таблиці 1.1.

q – місткість ковша, м^3; Rp – найбільший радіус різання, м;

$Hкоп$- глибина копання, м; $Hв$ - висота відсипки, м;

$Rв$ – найбільший радіус вивантаження, м.

Таблиця 1.1

Робочі параметри екскаваторів “драглайн”

Екскаватор	q, м^3	Rp	$Hкоп$		$Rв$	$Hв$
			боковий	кінцев.		
ЭО-3211 Д	0,35	10,1	4,2	7,0	8,3	6,3
ЭО-3111 А	0,4	11,1	5,3	7,6	10	6,3
ЭО-3111 В	0,4	11,1	5,3	7,0	9,5	6,0
ЭО-4111 В Lстр.=10 м Lстр.=13 м	0,6	10,2 13,2	3,8 5,9	5,5 7,8	8,3 10,4	5,5 8,0
ЭО-10011 Lстр.=12,5 м Lстр.=15,0 м	1	12,0 14,0	4,4 5,7	7,4 9,2	10,2 12,0	6,6 8,4
ЭО-6112	1	12,9	5,1	7,5	10,4	6,5
ЭО-7111 Э-2503 Lстр.=17,5 м Lстр.=25,0 м	2	17,5 24,3	6,5 12,5	10,2 16,6	14,0 19,3	10,5 15,9

Таблиця 1.2

Вихідні дані для вибору екскаватора – “драглайн”

№ Вар	Глибина каналу	Ширина каналу по дну	Коефіц. укосу каналу	Ширина берми	Висота приканальної дамби	Ширина дамби по верху	ґрунт
	H	b	m	C	$Hк$	$a_к$	ґрунт
1	2	2	1	1.5	3	2	Пісок
2	2,5	2,5	1,25	1	3,5	2,2	Супіс
3	2,8	3	1,5	1,5	2	2,6	Сугл.лег
4	5	3,5	2	1	2,5	8,5	Сугл.сер
5	5,2	4	2,5	2	6	5	Сугл.важ
6	3,5	4,5	3	1,5	4,5	3,5	Глина
7	3,8	4	1	1	2,5	2,5	Пісок
8	4	4,2	1,25	1,5	3	3,5	Супісок
9	4,5	4,5	1,5	1,0	3,5	4,0	Сугл лег
10	4,7	3,0	2,0	1,5	3	5	Сугл сер
11	5	3,2	2,5	1	2,5	2,5	Сугл важ
12	2,3	3,4	3,0	1,5	2,0	2,8	Глина
13	3,4	2,5	1,0	2,0	3,5	3,0	Пісок
14	3,6	3,6	1,25	2,0	3,5	3,2	Супісок

	H	b	m	C	$Hк$	$a_к$	ґрунт
15	2,7	2,7	1,5	2,0	3,8	3,4	Сугл лег
16	1,5	1	1	1,5	3,0	2,0	Пісок
17	1,8	1,25	1,25	1	3,5	2,2	Супіс
18	1,9	1,5	1,5	1,5	2	2,6	Сугл.лег
19	2	1,75	2	1	2,5	8,5	Сугл.сер
20	2,2	2,0	2,5	2,0	6,0	5,0	Сугл.важ
21	2,1	1,0	3,0	1,5	4,5	3,5	Глина
22	2,4	1,25	1	1	2,5	2,5	Пісок
23	2,6	1,5	1,25	1,5	3,0	3,5	Супісок
24	3,0	1,25	1,5	1,0	3,5	4,0	Сугл лег

Найбільш економічною буде розробка ґрунту без додаткових перекидань і пересувок, що досягається вибором такого екскаватора, робочі параметри якого були б ув'язані з розмірами перетину виїмки.

Для ведення **повздовжньої розробки** параметри екскаватора повинні задовольняти наступним умовам (рис. 1.1, а).

1. Радіус вивантаження драглайна $Rв$ повинний бути дорівнює відстані від осі виїмки до далекої брівки чи відвала трохи більше його:

$$Rв \geq A. \qquad (1.1)$$

Відповідно до позначень на кресленні

$$A = b/2 + m_1 \cdot H + C + m_2 \cdot Hк + a_к, \text{ м}, \qquad (1.2)$$

де b — ширина виїмки;

m_1 — коефіцієнт закладення укосу виїмки;

H — глибина виїмки;

C —ширина берми;

m_2 - коефіцієнт закладення укосу відвала;

$Hк$ — висота відвала;

$a_к$ - ширина відвала поверху.

2. Глибина копання екскаватора $Hкоп$ повинна бути не менше глибини виїмки:

$$Hкоп > H. \qquad (1.3)$$

Виключення складають випадки розробки глибоких виїмок у кілька ярусів по висоті, коли глибина різання повинна бути не менше висоти одного ярусу виїмки.

3. Висота вивантаження драглайна $Hв$ повинна бути не менше висоти відвала:

$$H_в > H_к. \quad (1.4)$$

При роботі з навантаженням на транспорт висота вивантаження повинна бути з запасом не менш 0,5 м над навантажувальною висотою транспортних засобів (над бортами кузова).

4. Необхідно, щоб ширина ковша $b_к$ екскаватора була не більше ширини виїмки понизу; бажано, щоб дотримувалася умова

$$b \geq 1{,}5b_к. \quad (1.5)$$

Для **поперечної розробки** умови 2 і 3 зберігаються без зміни, а 1 і 4, виходячи з розміщення екскаватора збоку від виїмки, формулюються в такий спосіб.

Необхідно, щоб радіус різання $R_р$ у сумі з радіусом вивантаження $R_в$ був не менше відстані від осі виїмки до більш віддаленої брівки кавальєру в сумі з добутком глибини виїмки H на закладення зовнішнього укосу вибою m_0 (рис. 1.1, д) :

$$R_р + R_в \geq A_1. \quad (1.6)$$

При заданих розмірах виїмки:

$$A_1 = A + m_0 \cdot H. \quad (1.7)$$

У величину A включена відстань m_0H для того, щоб по осі виїмки не залишалися недобори.

При будівництві невеликих каналів поперечною розробкою необхідно, щоб довжина ковша L_k була не більше ширини каналу по дну:

$$b \geq 1{,}5L_к. \quad (1.8)$$

При цьому перетин каналу розробляється за один прохід з однієї сторони; кавальєр розміщується також з однієї сторони. Найближчий до екскаватора укіс одержує проектний профіль, а протилежний вимагає доробок (рис. 1.1, б).

Розглянуті умови вибору драглайна засновані на використанні граничних значень робочих параметрів екскаваторів. Такі випадки допускаються тільки на окремих ділянках, що мають граничні (найбільші і найменші) розміри поперечних переріз виїмки.

Необхідно, зокрема, орієнтуватися на радіус різання $R_р$ без закидання, тому що при роботі з закиданням продуктивність знижується до 15%.

Більш детальні особливості вибору одноківшевого екскаватора див. літературу [1-4].

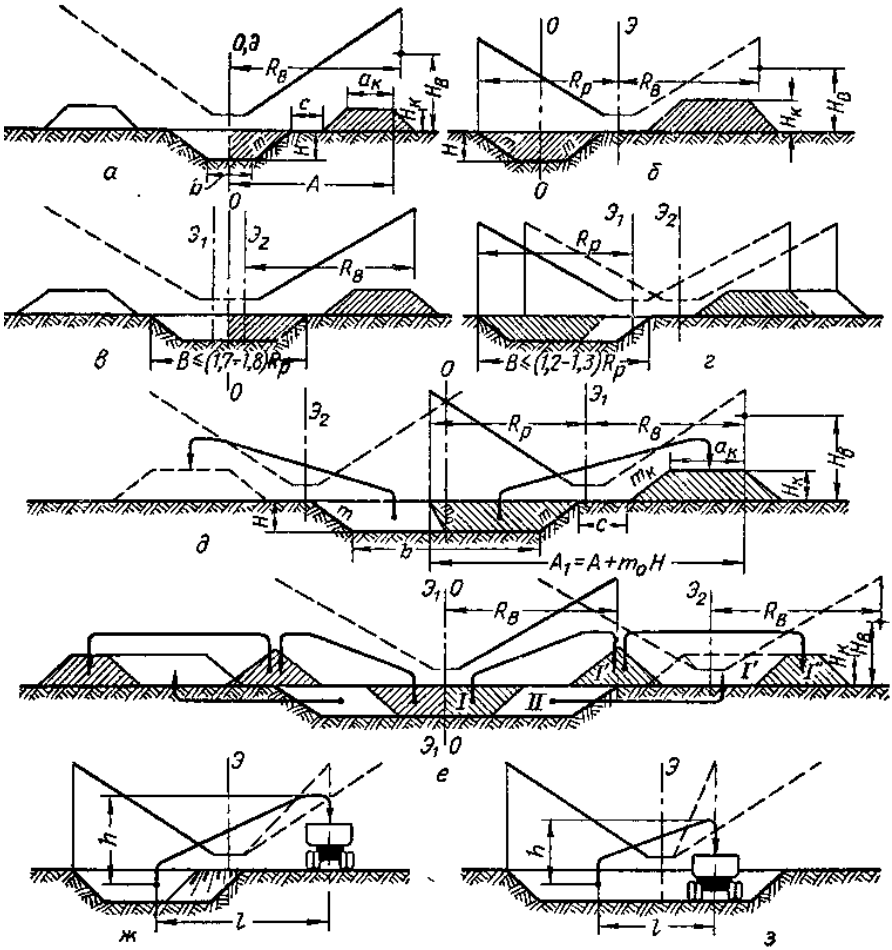


Рис. 1.1. Способи розробки ґрунту драглайнами: а — подовжній (торцевий); б — поперечний за один прохід; в — повздовжній розширений вибій; г — поперечний розширений; д — поперечний за два проходи по обидва боки виїмки; е — комбінований; ж — з навантаженням у транспортні засоби; з — з навантаженням у транспортні засоби, розташовані на дні вибою; (О–О — осі виїмок; Э — осі екскаваторів).

1.2. Визначення необхідної кількості транспортних засобів для безперебійної роботи одноківшевого екскаватора

Одноківшові екскаватори є машинами циклічної дії, для яких продуктивність визначається співвідношенням:

$$П = Q \cdot n, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.8)$$

де Q – об'єм розробки ґрунту за один цикл;

n – кількість циклів.

Конструктивна, або теоретична, продуктивність за годину неперервної роботи в розрахункових умовах роботи може визначатись:

$$П_к = 60 \cdot q \cdot n`, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.9)$$

де q – геометрична ємність ковша, м^3;

$n`$ - кількість циклів в одиницю часу (зазвичай хвилину) при розрахункових умовах роботи.

Технічна продуктивність відповідає конкретним умовам у забої:

$$П_т = 60 \cdot q \cdot К_н \cdot К_р \cdot n, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.10)$$

де $К_н$ – коефіцієнт наповнення ковша (табл. 1.7);

$К_р$ – коефіцієнт приведення об'єму розпушеного ґрунту до початкового об'єму в стані його природної щільності (ЕНиР 2-1);

n – кількість циклів в конкретних умовах забою.

Технічну продуктивність застосовують при комплектуванні екскаваторів транспортними засобами, розміщенні їх по фронту робіт і т.д.

Експлуатаційна продуктивність - це середня фактична продуктивність екскаватора при роботі в конкретних умовах з врахуванням простоїв:

$$П_е = П_т \cdot К_в, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.11)$$

де $К_в$ – коефіцієнт використання робочого часу машини.

Експлуатаційну продуктивність використовують для організації та планування екскаваторних робіт, видачі виробничих завдань.

Для збільшення продуктивності великим резервом є правильна організація виконання робіт, зокрема транспортування ґрунту і підбір транспортних засобів.

Порядок виконання задачі

В першу чергу необхідно визначити вантажність самоскида виходячи з того, щоб в його кузов входило 7...10 ковшів екскаватора.

Визначаємо кількість ґрунту, який поміщається в ківш:

$$P = q_ф \cdot \rho, \text{ т} \quad (1.12)$$

де $q_ф$ – фактична місткість ковша, м^3;

ρ – об'ємна маса ґрунту, т/м^3 (технічна частина ДБН Д.2.2-1-99) [5].

$$q_ф = q \cdot К_н / К_р, \text{ м}^3 \quad (1.13)$$

де q – геометрична місткість ковша, м^3;

Визначаємо вантажопідйомність автосамоскида:

$$Ра = (7...10)\cdot Р, \text{ т} \quad (1.14)$$

Знаходимо за довідниками марку автомобіля самоскида за даною вантажопідйомністю (табл. 1.4).

Кількість транспортних одиниць, необхідних для того, щоб екскаватор працював без перебоїв в роботі визначається за формулою:

$$Nа = Тц / tн, \quad (1.15)$$

де $Тц$ – повний цикл транспортування, хв.

$$Тц = tз + tвх + tр + tхх + tм, \text{ хв}, \quad (1.16)$$

$tз$ – час завантаження одного транспортного засобу (хвилин):

$$tз = 60\cdot Ра / (ρ\cdot Пе), \text{ хв}, \quad (1.17)$$

$Пе$ – продуктивність екскаватора при розробці ґрунту та навантаження його в транспортні засоби (за ДБН Д.2.2-1-99) [5].

$tвх$, $tхх$ – час вантажного і холостого ходу, хв (транспортування вантажу від місця навантаження до місця розвантаження і назад):

$$tвх = 60\cdot Lвх / Vвх, \quad tхх = 60\cdot Lхх / Vхх, \text{ хв}, \quad (2.11)$$

де $Lвх$, $Lхх$ – відстань відповідно вантажного і холостого ходу, км

$Vвх$, $Vхх$ – швидкості вантажного і холостого ходу, вибирається з технічних даних обраного автомобіля (табл. 1.4) і з врахуванням ґрунтових умов (табл. 1.5).

$tр$ – час розвантаження самоскида (хв.). Залежить від вантажності самоскида (табл. 1.6).

$tм$ – час маневрування (табл. 1.6).

Таблиця 1.3

Варіанти вихідних даних для рішення задачі 1.2

№ вар	Віддаль перевезення	Марка екскаватора	Тип дороги	Ґрунт
1	15	ЭО-2621 В	1	галька розміром до 80 мм
2	20	ЭО-3211 Д	2	гравій з розмірами 80 мм
3	25	ЭО-3332 А	3	глина жирна без домішок
4	30	ЭО-3122	I	глина жирна з домішками щебеню
5	6	ЭО-3322 Д	2	лес твердий (сухий)
6	8	ЭО-3221	3	лес м’який
7	10	ЭО-4111 В	1	пісок без домішок

№ вар	Віддаль перевезення	Марка екскаватора	Тип дороги	Ґрунт
8	12	ЭО-4112	2	пісок з доміш. щебеню 10%
9	16	ЭО-4321 А	3	пісок сухий
10	18	ЭО-4221	1	суглинок легкий
11	24	ЭО-4121 Б	2	суглинок важкий
12	26	ЭО-4124	3	солончак м'який
13	28	ЭО-5111 Б	1	солончак твердий
14	32	ЭО-5115	2	супісок з домішками гравію
15	5	ЭО-5122	3	торф
16	7	ЭО-5123	1	пісок без домішок
17	9	ЭО-7111 В	2	пісок з доміш. гравію 10 %
18	11	ЭО-6122 А	3	суглинок легкий
19	ІЗ	ЭКГ-5 А	1	суглинок твердий
20	14	ЭКГ-4 У	2	солончак м'який
21	17	ЭО-3211 Д	3	солончак твердий
22	19	ЭО-4221	1	Торф
23	15	ЭО-3332	1	суглинок легкий
24	21	ЭО-5122	2	суглинок твердий
25	30	ЭО-4112	3	пісок без домішок

Таблиця 1.4

Технічна характеристика транспортних засобів

№ п/п	Марка машини	Вантажопідйомність, кг	Максимальна швидкість руху, км/год	Витрата палива, л./100 км
1	MAN TGA 33.480 6x4 BB-WW (15 м^3)	21000	95	29
2	Scania P 380 Tipper Stock 8*4 (21 м^3)	30 000	95	27
3	ЗіЛ ММЗ-554М	5500	90	31
4	ЗіЛ ММЗ-4502	5250	90	28
5	КамАЗ 65115 (9 м^3)	15 000	80	27
6	КамАЗ-5511 (7 м^3)	13 000	80	27
7	МАЗ-503А	8000	75	22
8	МАЗ-5549	8000	75	22
9	КрАЗ-256Б1	12000	68	38
10	ІФА-W50L/K	4800	80	17
11	Магирус-232Д-19К	10000	77	22

№ п/п	Марка машини	Вантажо-підйомність, кг	Максимальна швидкість руху, км/год	Витрата палива, л./100 км
12	Магирус-290Д-26К	14000	73	24
13	Татра-138S1	12700	70	36
14	Татра-148S1M	15000	70	32
15	Татра-815 (15 м^3)	20 000	75	32

Таблиця 1.5

Швидкості руху вантажних автомобілів поза населеними пунктами

Група дороги	Тип дорожнього покриття	Швидкість, км/год
1	Дороги з вдосконаленим покриттям (асфальт)	39
2	Дороги з твердим покриттям (булижник, гравій)	30
3	Дороги без твердого покриття (ґрунтові)	25

Таблиця 1.6

Вантажність, т	Час розвантаження, хв.	Час маневрування, хв
до 2,5	2	2
2,5 – 4,0	3	2
4,0 – 7,0	4	3
7,0 – 10,0	5	3
10 - 25	8	4

Таблиця 1.7

Максимальні значення *Кн* (за даними М.Г.Домбровського)

Вид ґрунту	*Кн*	
	Пряма лопата	драглайн
Пісок та гравій сухі, щебінь	0,95-1,02	0,8-0,9
Пісок та гравій вологі	1,15-1,23	1,1-1,2
Суглинок сухий	1,05-1,12	0,8-1,0
Суглинок вологий	1,20-1,32	1,15-1,25
Глина середня	1,08-1,18	0,98-1,06
Глина волога	1,30-1,50	1,18-1,28
Глина важка	1,00-1,10	0,95-1,00
Погано підірвана скеля	0,75-0,9	0,55-0,80

2. Розрахунок експлуатаційної продуктивності машин

2.1. Розрахунок експлуатаційної продуктивність бульдозера

Попередньо необхідно вивчити вплив на продуктивність бульдозера при виконанні земляних робіт його конструктивних параметрів, геометричних розмірів і форми відвалу, швидкості руху (табл. 2.1.1); основні шляхи підвищення продуктивності бульдозерів; вплив природних і сформованих при виконанні робіт умов на продуктивність бульдозера (механічний склад ґрунту, його щільність і вологість, дальність переміщення ґрунту, ухили місцевості і створюваних споруд) [1-4]. Крім того, необхідно встановити розходження у формулах для визначення продуктивності бульдозера на розробці-переміщенні ґрунту і на плануванні поверхні.

Вихідні дані для виконання робіт приведені в таблиці 2.1.2.

Таблиця 2.1.1

Технічна характеристика бульдозерів різних марок

Марка / Параметр	D4K XL	ДЗ -42	ДЗ -43	ДЗ – 42П	ДЗ-171	Б -10 М	Б-170 М1
База (трактор)	Caterpillar	ДТ-75	ДТ-75Б	ДТ-75Д	Т-170	Т-10 М	Т-170М1
Потужність двигуна, кВт (к. с.)	62,6 (81)	58.8 (80)	58.8 (80)	58,8 (80)	132 (180)	132 (180)	132 (180)
Відвал: тип	Пов.	Неп.	Поворотний				
довжина, мм	2782	2560	3500	2800	3200	3310	3940
висота, мм	1010	800	800	800	1300	1100	1100
керування	Гідравлічне						
Кут різання, градусів	55	55	55	55±5	55	52, 62	47...57
Маса(з трактором), т	8,15	7,99	9,1	7,43	14	13,9	13,9
Швидкість руху	м/с	м/с			м/с (км/год)		
I передача	1,25	1,51			0,72 (2,58		
II	1,48	1,69			0,99 (3,57		
III	1,81	1,88			1,44(5,20		
IV	2,22	2,09			2,42 (8,70		
V	2,63	2,32					
VI, VII	3,22	2,59,			м/с		
задній хід	1,57	1,30			0,84; 1,16; 1,68; 2,83		

Продовження таблиці 2.1.1

Марка / Параметр	D5K XL	ДЗ-27	ДЗ-116	ДЗ-110А	МК-21	ДЗ-24
База (трактор)	Caterp.	Т-130.Г-1			Т-130БГ-1	Т-170
Потужність, кВт	71,6	117.7			107	128.8
Відвал: тип	Поворотний				Пов	Непов
довжина, мм	2886	3200	3220	3220	4820	3640
Висота, мм	1050	1300	1300	1300	1000	1480
керування	Гідравлічне					
Кут різання,град.	50-60	55±5	55	55	55	55
Маса(з тракт.), т	9,4	15	17,7	16,2	19,6	18,5
Швидкість руху:	м/с	м/с				м/с
I передача	0,65	1,08				0,79
II	0,88	1,22				1,28
III	1,25	1,42				1,77
IV	1,5	1,69				2,4
V,VI, VII, VIII	2,8	2,07, 2,46, 2,83, 3,44				3,32
задній хід	1,26	1,78				0,89-2,08

Таблиця 2.1.2

Вихідні дані для визначення експлуатац. продуктивності бульдозера

Варіант	Тип і марка бульдозера	Ґрунт	Розробка і переміщення ґрунту			Планування поверхні	
			β град.	$L_н$, м	$L_{вх}$, м	L, м	m
1.	D4K-XL	Глина	90	-	-	200	4
2.	ДЗ-42	Суглинок	90	12	30	-	-
3.	ДЗ-43	Пісок	90	-	-	140	2
4.	ДЗ-42П	Глина	90	14	50		
5.	ДЗ-171	Суглинок	90	16	15		
6.	ДЗ-171	Пісок	40			125	4
7.	Б-10-М	Глина	45	18	35		
8.	Б-170 М1	Суглинок	40	10	45		
9.	Б-170 М1	Пісок	90			120	2
10.	D5K XL	Глина	45	13	30		
11.	ДЗ-27С	Суглинок	90			140	4
12.	ДЗ-116А	Пісок насичений водою	90	13	50		

Варіант	Тип і марка бульдозера	Ґрунт	Розробка і переміщення ґрунту			Планування поверхні	
			β град.	$L_н$, м	$L_{вх}$, м	L, м	m
13.	ДЗ-110А	Глина	90	12	15		
14.	МК-21	Суглинок	45			180	2
15.	ДЗ-24	Пісок	90	16	25		
16.	ДЗ-43	Глина	90	17	30		
17.	ДЗ-42П	Суглинок	90	10	25		
18.	D4K-XL	Пісок	90			150	4
19.	ДЗ-42	Глина	90	10	30		
20.	Б-10 М	Суглинок	75	13	32		
21.	Б-171	Пісок	35	16	34		
22.	Б-170 М1	Глина	40			175	2
23.	ДЗ-27С	Пісок	90	10	38		
24.	ДЗ-116А	Суглинок	90	12	41		
25.	ДЗ-110А	Пісок	90	14	43		
26.	МК-21	Глина .	45			130	4
27.	ДЗ-24	Суглинок	90	10	27		
28	D5K XL	Пісок	90	16	23		

β - кут захвату, град.;

$L_н$ - довжина ділянки різання, м;

$L_{вх}$ - довжина вантажного хода, м;

L - довжина ділянки, що планується, м;

m - кількість проходів по місцю при плануванні.

Методика виконання завдання

1.Розробка і переміщення ґрунту. У цьому випадку бульдозер працює як машина циклічної дії (набір ґрунту, переміщення - відсипання, порожній хід), а тому для визначення його експлуатаційної продуктивності правомірне використання формули, загальної для машин циклічної дії:

$$Пе = q \cdot К_в \cdot К_і / (t_ц \cdot К_р),\ м^3/год \qquad (2.1.1)$$

$$q = sin\ \beta \cdot К_п \cdot b \cdot h^2 / (2tg\varphi), \qquad (2.1.2)$$

де $К_і$ - коефіцієнт, що враховує вплив ухилу шляху (для лабораторної роботи приймаємо $К_і$ =1);

q – об'єм ґрунту перед відвалом;

b, h - ширина і висота відвала, м (табл. 2.1.1);

φ - кут природного укосу ґрунту (кут внутрішнього тертя), град.(табл. 2.1.3);

β - кут захвату відвала, градусів (табл. 2.1.1);

$Кп$ - коефіцієнт, що враховує втрати ґрунту при переміщенні на відстань $Lвх$, $Кп = 1 - K_L \cdot Lвх$

K_L - дослідний коефіцієнт, K_L = 0,008...0,04, більше значення - для сухих сипучих ґрунтів, менше - для зв'язаних.

Таблиця 2.1.3

Значення кута внутрішнього тертя φ^0 для різних ґрунтів

Ґрунт	При природній вологості	При насиченні водою
Глина	40. . .45	13. ..18
Суглинок	35... 40	19... 25
Пісок	30... 35	20...27

n - число циклів бульдозера за одну годину. Його визначають за формулою а $tц$ - тривалість циклу розробки ґрунту за формулою:

$$tц = \frac{Lн}{Vн \cdot Kv} + \frac{Lвх}{Vв \cdot Kv} + \frac{Lн+Lвх}{Vпх \cdot Kv} + 2tn + \mu \cdot tnc + to, \text{ хв}, \quad (2.1.3)$$

де tn, tnc, to – тривалість одного повороту на 180°, одного переключення швидкості й опускання відвала в робоче положення, tn =10...20с, tnc = 5 с, to = 1...2 с; μ – число переключень швидкостей трактора протягом одного циклу; Kv – коефіцієнт, що враховує зниження швидкостей у порівнянні з розрахунковою конструктивною швидкістю трактора, Kv=0,70...0,75 – при різанні і переміщенні ґрунту, Kv=0,85...0,90 – при зворотному порожньому ході.

Швидкість руху бульдозера при різанні ґрунту, переміщенні і зворотному ході відповідає наступним номерам передач коробки швидкостей гусеничних тракторів: I – різання ґрунту; I, рідше II – переміщення; V, VI - зворотний хід (табл. 2.1.1).

У висновках роботи варто вказати резерви підвищення продуктивності бульдозерів при розробці і переміщенні ґрунту.

2. Планування поверхні. У цьому випадку експлуатаційну – продуктивність м^2/год) бульдозера визначають за формулою:

$$Ппл = \frac{3600 \cdot L \cdot (b \cdot sin\beta - 0.5)}{m(L / V + tp)} \cdot Кв, \text{ м}^2/\text{год}, \quad (2.1.4)$$

де L - довжина планованої ділянки, м (табл. 2.1.2); 0,5 - ширина перекриття суміжними проходами бульдозера, м; V - швидкість руху бульдозера при плануванні, м/с; tp - тривалість розвороту наприкінці планованої ділянки; tp = 10...20 с; m - число проходів по одному місці (табл. 2.1.2).

Планування звичайно проводять на I передачі бульдозера, наповняючи відвал ґрунтом на 1/2 - 1/3 його висоти. Виходячи з цього і вибирають швидкість руху бульдозера (табл. 2.1.2).

У висновках варто вказати резерви підвищення продуктивності бульдозера при плануванні поверхні.

2.2. Підбір скреперів, вибір схеми виконання робіт і визначення продуктивності

Скрепер є землерийно-транспортною машиною і призначений для пошарової розробки нескельного ґрунту 1-3 категорій з переміщенням його на відстані 800-1000 м та подальшим пошаровим вкладанням в насипи або відвали.

Вибираючи для виконання робіт на визначеному об'єкті скрепери і тип скрепера необхідно враховувати наступне:

1) ґрунтові умови – скрепери погано працюють при розробці сухих сипучих і важких глинистих ґрунтів; не можуть бути застосовані при розробці ґрунтів, що містять каміння, при наявності пнів і великих коренів;

2) вологість ґрунтів – при розробці вологих і липких ґрунтів коефіцієнт наповнення ковша знижується до 0,3...0,5; при наявності ґрунтових вод використання скреперів недопустимо;

3) відстань переміщення ґрунту. При великих відстанях транспортування доцільно застосовувати швидкохідні самохідні скрепери (гранична відстань транспортування визначається випадком, коли застосування скрепера стає економічно невигідним у порівнянні із застосуванням екскаватора з переміщенням ґрунту автомобілями-самоскидами – табл. 2.2.1);

4) похили шляху на місцевості, виїздів із виїмки і на насип;

5) розміри виїмки і насипу – скрепер повинен мати ширину захвату та колію не більше ширини виїмки на дні і вільно розташовуватися на насипу (з запасом не менше 0,5 м з кожної сторони);

6) достатність місця для маневрування скрепера в межах виїмки і на насипу з врахуванням практичного радіусу повороту;

7) загальний обсяг робіт і обсяг робіт, що припадає на один скрепер в реальних умовах роботи на об'єкті. При невеликих обсягах земляних робіт доцільно використовувати скрепери з малою місткістю ковша, виходячи з умови вільного маневрування ними. При великих обсягах земляних робіт на одному об'єкті вигідно застосовувати скрепери з великою місткістю ковша.

Тривалість переміщення завантаженого і порожнього скрепера досягає 70% часу всього робочого циклу. Тому важливе значення має вибір раціональної схеми руху скрепера по найкоротшому шляху.

При розробці скреперами котлованів або кар'єрів ґрунту для насипних гребель шляхи переміщення прокладають за умови найменшої відстані перевезення і з найменшими похилами шляху. Якщо повна висота підйому із виїмки або на насип невелика, то скрепери можуть долати ці підйоми без спеціальних виїздів. Максимальне значення висоти підйому для причіпних скреперів з тракторами потужністю до 50 кВт складає 0,5 м, а з тракторами потужністю більше 79 кВт – до 1 м.

При значній різниці відміток місць розробки і відсипання ґрунту необхідно влаштовувати спеціальні виїзди. При будівництві протяжних об'єктів (каналів, дамб, земляного насипу доріг) виїзди влаштовуються на відстанях, кратних довжині шляху наповнення ковша.

Хід виконання роботи

В даній роботі виконується підбір скреперів та схеми виконання ними робіт при будівництві каналів у напіввиїмці (рис. 2.2.1). При цьому частина ґрунту вкладається в надземну частину каналу, а частина вивозиться на певну відстань (задана в завданні). Тому виділяються декілька різних схем виконання робіт і, відповідно, визначаються продуктивності за цими схемами окремо.

Розробку ґрунту в виїмці залежно від ширини виїмки виконують двома способами – повздовжнім та поперечним. Укладання ґрунту в насип здійснюють з врахуванням довжини ділянки за однією з схем: кільцева, вісімкою, змійкою, повздовжньо-човниковою, спіральною та поперечно-човниковою.

1) Викреслюємо схему за варіантом (з табл.2.2.2) необхідну для розробки ґрунту в виїмці з укладкою в насип (рис. 2.2.1).

2) За таблицею 2.2.5 вибирається марка скрепера для зрізування рослинного ґрунту (W_1 на рис. 2.2.1)з траси каналу і виписуються його технічні дані:

q – геометрична місткість ковша, м^3;

$b_н$ – ширина смуги різання ґрунту (ширина захвата), м;

$h_н$ – товщина стружки при наповненні ковша (глибина різання), м;

$h_в$ – товщина стружки при вивантаженні ковша (товщина шару відсипки), м;

$L_{ск}+L_{тр}$ – повна довжина скрепера, м.

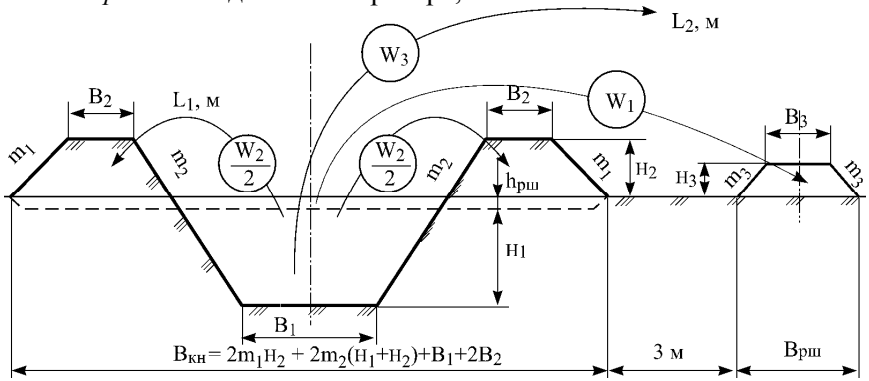


Рис. 2.2.1. Схема каналу

3) Викреслюємо схему руху скрепера при знятті рослинного шару (рис. 2.2.2), і визначаємо основні відстані.

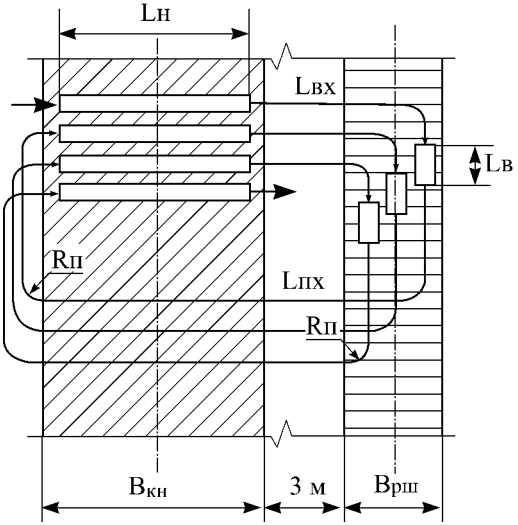


Рис. 2.2.2. Схема зняття рослинного шару по спіралі

Довжину шляху наповнення ковша скрепера і вивантаження ґрунту можна розрахувати за формулами, виходячи із умови рівності об’ємів

розробленого або вкладеного ґрунту і ґрунту, який знаходиться в ковші.

Визначається довжина ($L_н$, м) шляху наповнення ковша (рис. 2.2.3):

$$L_н = \frac{q \cdot k_н \kappa_п}{\kappa_h h_н b_н \kappa_р}; \qquad (2.2.1)$$

де $k_н$ – коефіцієнт наповнення ковша (табл. 2.2.2);

$k_п$ – коефіцієнт втрат ґрунту в бокових валиках та частини призми волочіння, не зібраної ковшем, $k_п$ =1,2;

$k_р$ – коефіцієнт розпушення ґрунту (табл. 2.2.3);

k_h – коефіцієнт нерівномірності товщини стружки (k_h =0,7).

Довжина ($L_в$, м) шляху вивантаження ґрунту:

$$L_в = \frac{q \cdot k_н}{h_в b_в}; \qquad (2.2.3)$$

де $b_в$ – ширина смуги відсипки ґрунту, $b_в = b_н$, м

Наповнення ковша скрепера необхідно виконувати тільки на прямолінійних ділянках довжиною, достатньою для розміщення довжини шляху наповнення ковша і скреперного агрегату.

Товщина шару вкладання ґрунту залежить від конструктивних особливостей скрепера та вимог, які ставляться технологією наступного оброблення ґрунту. Якщо ґрунт вкладають до якісного насипу, то товщину шару вкладання визначають на підставі технічної характеристики ущільнюючих засобів.

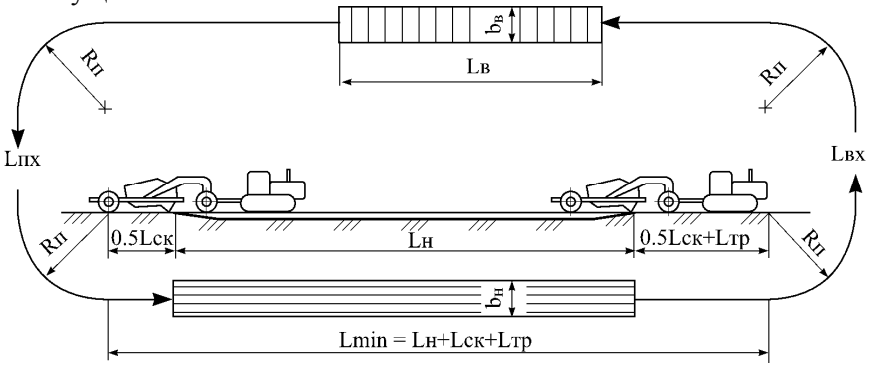


Рис. 2.2.3. Схема руху скрепера

Довжина вантажного ходу:

$$L_{вх} = (B_{кн}-L_н)/2+3+B_{рш}/2+0,5(L_{ск}+L_{тр}), \qquad (2.2.4)$$

Довжина порожнього ходу:

$$Lпх = 2,5(Lск+Lтр) + Bрш/2 + Bкн + 3, \quad (2.2.5)$$

де $Bкн$ – ширина траси каналу, з якої зрізається рослинний ґрунт (див. рис. 2.2.1);

$$Bкн = 2 \cdot m_1 H_2 + 2 \cdot m_2 (H_1 + H_2) + B_1 + 2B_2, \quad (2.2.6)$$

$Bрш$ – ширина кавальєру, в який вкладається рослинний ґрунт на час будівництва до його рекультивації:

$$Bрш = 2 \cdot m_3 \cdot H_3 + (Bкн \cdot hзр - m_3 \cdot H_3^2) / H_3, \quad (2.2.7)$$

4) Визначаємо експлуатаційну середньогодинну продуктивність:

$$Пе = 60 \cdot q \cdot k_н \, kв / tц, \ м^3/год \quad (2.2.8)$$

де $kв$ - коефіцієнт використання змінного часу ($kв = 0,8$);

$tц$ - тривалість циклу розробки ґрунту;

$$tц = tн + tвх + tв + tпх, \text{ хв}, \quad (2.2.9)$$

де $tн, tвх, tв, tпх$ - час набору ґрунту, вантажного хода, вивантаження, порожнього хода:

$$tн = Lн \cdot кз / Vн; \quad tвх = Lвх \cdot кз / Vвх;$$
$$tв = Lв \cdot кз / Vв; \quad tпх = Lпх \cdot кз / Vпх, \quad (3.10)$$

$кз$ – коефіцієнт, який враховує збільшення тривалості операцій внаслідок розгону, сповільнення та пробуксовуванні ходового обладнання (табл. 2.2.1)

5) Підбираємо схему виконання робіт та скрепер для розробки каналу з транспортуванням ґрунту в тіло дамби (W_2 на рис. 2.2.1) і викреслюємо схему виконання робіт (рис. 2.2.4. *а, б, в, г* - по еліпсу при різній ширині виїмки і насипу) для каналу за варіантом.

6) Для розробки каналу з транспортуванням ґрунту на відстань L (табл. 2.2.1) визначаємо дальність переміщення ґрунту скреперами:

$$Lп = \frac{Lн + Lвх + Lв + Lпх}{2}; \quad (2.2.11)$$

Довжина вантажного і порожнього ходу вибираються відповідно до завдання в таблиці 3.5.1 $Lвх = Lпх = L$, м. Довжини $Lн$ шляху наповнення ковша і $Lв$ шляху вивантаження ґрунту приймаються попередньо за табл. 2.2.1.

За відстанню $L_п$ з використанням таблиці 2.2.1 вибираємо тип (самохідний чи причіпний) і марку скрепера і уточнюємо місткість ковша. Після остаточного вибору скрепера проводиться уточнення довжини $L_н$ шляху наповнення ковша і $L_в$ шляху вивантаження за формулами (2.2.1) і (2.2.2), розраховується експлуатаційна середньогодинна продуктивність $П_е$.

Таблиця 2.2.1.

Середні дані довжин шляху набору та вивантаження ґрунту

Показники	Ємності ковшів скреперів, м^3			
	3	6 – 8	10	15
Довжина шляху набору, $L_н$				
Супісок	15..20/25..30	20..30/35..45	30 / 45	35 / 55
Суглинок легкий	20..25/30..35	25..35/40..50	40 / 55	40 / 60
Суглинок важкий	25..30/35..40	40..50/55..65	60 / 75	70 / 90
Довжина шляху вивантаження, $L_в$	4 ... 8	6 ...15	9 ... 23	12 ... 24
Радіус повороту, $R_п$	5	8	9	10
Гранична відстань переміщення, $L_п$, м:				
причіпні	250	350	550	1000
самохідні	-	-	2000	5000

Таблиця 2.2.2.

Коефіцієнт наповнення ковша $К_н$ різними ґрунтами

Умови роботи скрепера	Сухий пісок	Супісок і середній суглинок	Важкий суглинок та глина
Без штовхача	0,5...0,7	0,8...0,95	0,65...0,75
Зі штовхачем	0,8...1,0	1,0...1,2	0,9...1,2

Таблиця 2.2.3.

Коефіцієнт розпушення ґрунту $К_р$, $К_{р.ост}$

Ґрунт	$К_р$	$К_{р.ост}$
Пісок, супісок	1,08...1,17	1,01...1,03
Торф, рослинний ґрунт	1,2...1,3	1,03...1,04
Легкий суглинок, вологий лес, солонець та солончак, торф та рослинний ґрунт з коренями, пісок та супісок з домішками щебе-	1,14...1,28	1,01...1,05

Ґрунт	*Кр*	*Кр.ост*
ню, гравію та сміття, гравій		
Важкий суглинок, лес сухий, жирна, м'яка глина, крупна галька та щебінь (15...40 мм)	1,24...1,3	1,04...1,07
Суглинок з домішками щебеню, гравію та будівельного сміття, галька, глина ломова, моренна та сланцева	1,26...1,32	1,06

Таблиця 2.2.4

Значення *Кз*

Операції циклу	Гусеничні	Колісні
Набір ґрунту	1,1	1,12
Вантажний хід	1,04	1,06
Вивантаження ґрунту	1,06	1,07
Порожній хід	1,02	1,01

Таблиця 2.2.5

Вихідні дані

Варіант	Об'єм ковша $м^3$	Ґрунт	Відстань переміщення ґрунту, *L*	Робота з штовхальником (+) і без нього(-)
1	9	Сухий сипучий пісок	500	+
2	8	Сирий пухкий пісок	2500	-
3	7	Супісок	300	+
4	3	Середній суглинок	250	-
5	9	Важкий суглинок	600	-
6	8	Глина	2250	+
7	7	Сухі пилуваті лесовані суглинки	350	-
8	3	Сухий сипучий пісок	200	+
9	9	Сирий пухкий пісок	1000	-
10	8	Супісок	2000	-
11	7	Середній суглинок	200	+
12	3	Важкий суглинок	150	-
13	9	Глина	1500	+
14	8	Сухі пилуваті лесовані суглинки	1750	-
15	7	Сухий сипучий пісок	250	-
16	3	Сирий пухкий пісок	220	-

Ва-ріант	Об'єм ковша м^3	Ґрунт	Відстань перемі-щення ґрунту, L	Робота з штовхаль-ником (+) і без нього(-)
17	9	Супісок	2000	-
18	8	Середній суглинок	1500	-
19	7	Важкий суглинок	350	+
20	3	Глина	180	-
21	9	Сухі пилуваті лесовані суглинки	2250	+
22	8	Сухий сипучий пісок	2000	-
23	7	Сирий пухкий пісок	300	+
24	3	Супісок	210	-
25	9	Середній суглинок	2500	-
26	8	Важкий суглинок	550	+
27	7	Глина	250	-
28	3	Сухі пилуваті лесовані суглинки	170	+

Таблиця 2.2.6

Варіанти поперечних перерізів каналів

№ вар.	Розміри перерізу каналу							
	H_1,м	H_2,м	B_1,м	B_2,м	m_1	m_2	$h_{зр}$,м	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
1	4,0	2,0	3,0	3,0	2,5	2,0	0,15	
2	3,0	1,0	1,5	2,0	3,0	2,0	0,18	
3	5,0	3,0	2,5	4,5	4,0	3,0	0,20	
4	2,5	1,0	3,0	5,0	3,0	2,0	0,17	
5	2,5	2,0	1,0	3,0	4,5	1,5	0,15	
6	2,5	2,0	1,5	2,5	2,0	2,0	0,18	
7	3,0	2,5	1,5	2,5	2,5	1,0	0,20	
8	2,5	1,8	4,0	3,0	3,0	2,0	0,17	
9	2,9	2,5	6,0	4,5	2,0	2,0	0,15	
10	3,6	1,8	3,0	4,0	3,0	2,0	0,18	
11	3,5	2,0	5,0	3,5	4,0	2,0	0,20	
12	4,0	2,8	2,5	3,0	2,0	2,0	0,17	
13	4,2	3,0	3,0	3,0	3,0	1,5	0,15	
14	4,0	3,8	2,5	3,0	2,0	2,0	0,18	
15	4,2	2,2	2,8	3,0	2,0	2,0	0,20	

16	6,0	3,0	2,5	3,5	3,0	1,5	0,17	
17	4,8	3,0	2,0	4,0	3,0	2,0	0,15	
18	3,5	2,0	3,0	3,0	3,0	1,5	0,18	
19	4,0	2,0	2,5	3,5	2,0	1,5	0,20	
20	5,0	3,0	7,0	4,5	4,0	2,0	0,17	
21	2,5	2,0	2,0	3,0	2,0	1,5	0,15	
22	3,0	1,0	2,0	2,0	1,5	1,0	0,18	
23	3,3	2,0	1,5	3,0	1,5	1,5	0,20	
24	3,0	2,0	2,0	3,4	2,0	1,5	0,17	
25	3,2	1,5	1,5	3,2	2,5	1,0	0,20	
26	3,1	2,6	3,0	3,5	3,0	2,0	0,18	
27	3,2	1,6	1,6	3,2	2,6	1,5	0,17	
28	2,5	1,0	2,0	2,0	1,5	1,5	0,20	

Таблиця 2.2.7

Технічні параметри основних скреперів

Параметр / Марка	Причіпні						Самохідні	
	ДЗ-30	ДЗ-33А	ДЗ-12	ДЗ-20	ДЗ-20В	ДЗ-77С	ДЗ-11П	ДЗ-11
Базова машина	Т-74	ДТ-75	Т-100м	Т-100МГП	Т-130.1.Г-1	Т-130.1.Г-1	МоАЗ-546П одновісний	МАЗ-529В колісний
Об'єм ковша, $м^3$	3	3	8	7	7	8	8	9
Ширина захвата, м	1,9	2,1	2,67	2,65	2,65	2,65	2,82	2,72
Глибина різання, м	0,15	0,2	0,32	0,3	0,3	0,18	0,3	0,3
Товщина шару відсипки, м, до	0,2	0,3	0,5	0,4	0,4	0,45	0,48	0,45
Повна довжина скрепера, м	5,5	5,5	9,7	9,7	9,7	9,7	11,0*	12,8*
Радіус повороту, м:								
Паспортний	2,7	2,7	6,0	6,0	6,0	6,0	8,0	8,0
Практичний	5,0	5,0	9,0	9,0	9,0	9,0	10,0	10,0
Максимальна швидкість, м.с	3,19	3,19	2,81	2,81	3,46	3,46	11,11	11,11
Маса з трактором, т	7,9	8,8	18,7	18,1	18,1	22	20	19
Потужність тягача,кВт	55,1	58,8	79,4	79,4	17,6	17,6	176,4	132,3

Таблиця 2.2.8

Схема виконання робіт і область застосування	$h_{нас}^{макс}$,м
Кільцева - відсипання ґрунту з бокових резервів та планувальні роботи з повздовжньою та поперечною розробкою ґрунту	4 – 7
Вісімка - зведення насипу з ґрунтів бокових резервів, розробка виїмки з вкладанням ґрунту в насип, планувальні роботи	4 – 6
Змійка - зведення насипу з ґрунтів одно та двосторонніх резервів великої довжини	2,5 – 6
Повздовжньо-човникова - зведення насипу з ґрунтів двосторонніх резервів	4 – 6
Спіральна - зведення насипу з ґрунтів двосторонніх резервів чи укладання ґрунту в кавальєри	2 – 2,5
Поперечно-човникова - розробка ґрунту на глибину до 1,5 м при будівництві каналів з переміщенням ґрунту в двосторонні відвали чи розробка виїмок	-

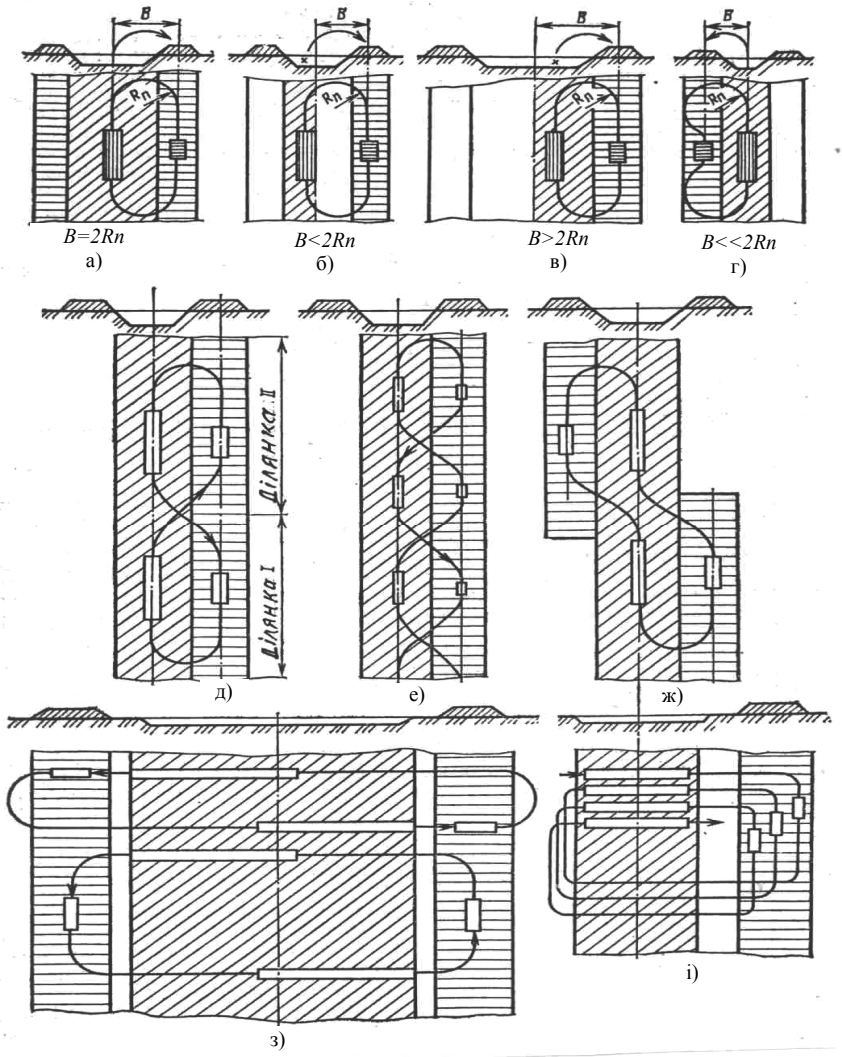


Рис. 2.2.4. Схеми роботи скрепера:

а, б, в, г - по еліпсу при різній ширині виїмки і насипу; *д* - "вісімка"; *е* – змійка; *ж* – поздовжньо-човникова; *з* - поперечно-човникова; *і* - по спіралі

3. Комплексна механізація робіт при будівництві напірних трубопроводів

Завдання: Встановити перелік будівельних процесів і технологічну послідовність їх виконання при будівництві закритої зрошувальної мережі з напірних труб, підібрати необхідні для проведення робіт машини і механізми, визначити обсяги робіт, витрати праці робітників і час роботи машин при виконанні кожного будівельного процесу.

Методика виконання завдання. Попередньо вивчити теоретичний - матеріал, що рекомендується для даної роботи [1, 2, 5-8]

Потім для заданого варіанта (табл. 3.1) визначають технологію і механізацію проведення робіт з будівництва й випробовування конкретного виду трубопроводу. У відповідності з технологією будівництва закритих напірних зрошувальних трубопроводів встановлюють перелік технологічних операцій, що виконуються безпосередньо на об'єкті. Для спрощення в технологічних розрахунках не розглядаються роботи підготовчого періоду: планування траси, будівельна розбивка, розвезення труб по трасі.

Обсяги робіт з кожної будівельної операції визначають на задану загальну довжину трубопроводу.

Обсяг земляних робіт по зняттю рослинного шару і розробці ґрунту в траншеї розраховують як добуток відповідно середній площі смуги зняття рослинного ґрунту на його ширину та як добуток середньої площі перерізу траншеї на її довжину.

Підраховуючи обсяг земляних робіт при відриванні траншеї, необхідно враховувати наступне: найменша ширина траншеї повинна відповідати ширині крайки робочого органа землерийної машини плюс 0,15 м у піщаних і супіщаних ґрунтах і 0,10 м в глинистих і суглинках; ширина траншеї по дну повинна бути не менш ($Dн$ + 0,6 м)при укладанні окремими трубами; обсяг ґрунту при відриванні приямків визначають у залежності від їхніх розмірів, які приймаються відповідно до рекомендації нормативу (збірник В12, глава 3, технічна частина),

Обсяг ґрунту по присипці труб з ущільненням визначають як добуток площі траншеї на товщину шару присипки, а обсяг ґрунту при засипанні траншеї - як різницю між загальним обсягом траншеї з приямками і обсягом ґрунту присипки.

Перелік і технологічну послідовність будівельних операцій і машини, що рекомендуються, для їхнього виконання можна прийняти у відповідності з [9].

Приклад: Виконати технологічні розрахунки при будівництва зрошувального трубопроводу довжиною 10 км з напірних азбестоцементних труб ВТ9 (діаметр 300 мм, довжина - 4 м), які вкладаються на глибину 1,5 м, ґрунт мінеральний 2 групи. Товщина зрізання рослинного шару - 0,2 м. Розрахунки ведемо в табличній формі (табл.3.2).

Відповідно до "Системи машин..." [9] і з обліком парка машин у будівельній організації приймаємо наступні типи і марки машин для виконання основних технологічних операцій: бульдозер ДЗ-18А - для зняття рослинного шару, засипання траншеї, планування ґрунту перед відновленням рослинного шару; екскаватор зі зворотною лопатою ЭО-3322А - для відривання траншеї; екскаватор ЭО-3322А с грейферним устаткуванням - для присипки трубопроводу ґрунтом; екскаватор-кран на базі трактора "Бєларус" для укладання і монтажу труб; ручний гідравлічний кран - для випробування трубопроводу; пневмо- чи електротрамбівки - для ущільнення ґрунту при частковій присипці траншей.

Визначимо обсяги земляних робіт при зрізанні рослинного шару, відриванні і зворотній засипці траншеї після монтажу й випробування трубопроводу, а також при відновленні рослинного шару.

Ширина смуги, з якої знімається рослинний шар, відповідно до проекту рівна 4 м, на 10 км трубопроводу складе 40 000 м^2. Ширина траншеї прийнята 1,2 м, глибина її без рослинного шару (0,2 м) до шару недопрацьованого ґрунту на дні траншеї (0,15 м) дорівнює:

$$1,5 – 0,2 – 0,15 = 1,15 \text{ м}.$$

Тоді обсяг земляних робіт при відриванні траншеї буде рівним:

$$1,15 \cdot 1,2 \cdot 10\,000 = 13\,800 \text{ м}^3$$

Розміри приямків для труб діаметром до 325 мм - довжина 0,7 м, ширина (D_0+0,5)=0,8 м, глибина 0,2 м. Число їх на 10 км трубопроводу - 2500.

Ширину смуги дна траншеї при доведенні його до проектних відміток приймаємо 0,6 м.

Тоді загальний обсяг ручних доробок буде дорівнювати:

$$0,6 \cdot 0,15 \cdot 10\,000 + 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,2 \cdot 2500 = 1185 \text{ м}^3.$$

Обсяг зворотної часткової присипки трубопроводу, яка виконується вручну, дорівнює 610 м^3. Його розраховують на ширину рівну $0,5 \cdot D_н$.

Обсяг механізованого засипання трубопроводу екскаватором ЭО-3322А ґрунтом без ущільнення на 0,7 м вище верха труби дорівнює:

$$(1,2 \cdot 0,7 + 0,185 \cdot 1,2) \cdot 10\,000 = 9680 \text{ м}^3$$

Обсяг ґрунту при остаточному засипанні траншеї бульдозером ДЗ-18А визначаємо як різницю між загальним обсягом ґрунту при відриванні траншеї з приямками і обсягом ґрунту для часткової присипки трубопроводу (вручну й екскаватором ЭО-3322А):

$$(13\ 800 + 1185) – (610+9680) = 4700\ м^3.$$

Обсяг відновлюваного рослинного шару приймаємо рівним обсягу знятого рослинного ґрунту: $40\ 000 \cdot 0{,}2 = 8000\ м^3$

Заповнення інших граф таблиці 3.2 кожен студент робить для заданого варіанта відповідно до нормативної літератури (збірники ДБН, ЕНиР, ВНиР, ТНиР) за аналогією з § 5.6 навчального посібника [4].
Спосіб вкладання труб: В – вручну, Т – за допомогою талей, К – за допомогою кранів, Л – вкладання ланками, П – вкладання плітями.
Спосіб випробування трубопроводу: Г–Гідравлічний, Пн-невматичний

Таблиця 3.1

Вихідні дані

№	Вид труб, муфт	Діаметр труби D_0, мм	Глибина закладання, м	Загальна довжина трубопроводу, км	Група ґрунтів	Спосіб вкладання труб	Спосіб випробування трубопроводу на довжині L
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Азбестоцементні труби ВТ9, муфти “САМ”	200	1,8	30	2	В	Г, L=700 м
2	Те ж, труби ВТ12	250	1,9	26	3	Т	Г, L=400 м
3	Те ж, труби ВТ15	300	2,0	28	1	Т	Г, L=600 м
4	Те ж, труби ВТ6	350	2,2	25	2	К	Г, L=450 м
5	Те ж, труби ВТ12	500	2,0	24	3	К	Г, L=800 м
6	Азбестоцементні труби ВТ9, муфти чавунні	300	1,7	17	1	В	Г, L=450 м
7	Те ж, труби ВТ12	400	1,6	19	2	К	Г, L=700 м
8	Те ж, труби ВТ15	500	1,95	20	3	К	Г, L=350 м

1	2	3	4	5	6	7	8
9	Те ж, труби ВТ6	350	1,75	22	1	К	Г, L=900 м
10	Залізобетонні розтрубні труби	700	1,8	10	2	-	Г, L=300 м
11	Те ж	900	2,0	12	3	-	Г, L=80 м
12	Те ж	1000	2,05	11	1	-	Г, L=200 м
13	Те ж	1200	2,5	9	2	-	Г, L=150 м
14	Залізобетонні труби з металевим осердям	250	1,6	15	3	-	Г, L=95 м
15	Те ж	300	1,8	17	1	-	Г, L=80 м
16	Те ж	400	1,9	19	1	-	Г, L=100 м
17	Те ж	500	2,0	16	3	-	Г, L=95 м
18	Сталеві розтрубні труби	299	1,75	23	1	-	Пн, L=780 м
19	Сталеві труби ТСЦ	250	1,85	27	2	-	Пн, L=480 м
20	Сталеві труби	720	2,1	31	3	Л	Пн, L=780 м
21	Сталеві труби	1020	2,35	19,5	1	П	Пн, L=780 м
22	Сталеві труби тип РТЦ	273	1,8	18	3	П	Г, L=100 м
23	Сталеві труби тип РТЦ	426	1,9	19	2	-	Г, L=100 м
24	Чавунні розтрубні труби, клас А	200	1,6	21	1	-	Г, L=100 м
25	Чавунні розтрубні труби, клас Б	300	1,85	24	2	-	Г, L=100 м
26	Чавунні розтрубні труби, клас ЛА	400	2,0	26	3	-	Г, L=100 м
27	Труби ПВХ, тип Л (легкий)	280	2,1	33	2	-	Г, L=100 м
28	Труби ПВХ, тип СЛ (середньо-легкий)	560	2,3	35	1	-	Г, L=100 м

Таблиця 3.2

Технологічний розрахунок будівництва закритої зрошувальної мережі з напірних азбестоцементних труб діаметром 300 мм.

Будівельна операція	Умови виконання робіт	Механізми та способи виробництва	Об'єм робіт		Норма часу та змінна продукт.	Склад ланки	Необхідно на 1000 м		Нормативний документ
			Одвим	Кількість			Маш-год	Люд-год	
Зрізання рослинного ґрунту	Ґрунт 1 гр, глибина зрізання 0,2м	Бульдозер ДЗ-18А	1000 $м^3$	40					ДБН Д.2.2-1-99
Розробка траншеї	2 гр., розробка навиліт	Екск. ЭО-3322Б, Qк=0,4$м^3$	1000 $м^3$	138					ДБН Д.2.2-1-99
Доробка ґрунту в траншеї та влаштування приямків	2 гр., при відсутності кріплення	Вручну	$м^3$	1185					ДБН Д.2.2-1-99
Вкладання азбестоцементних труб в траншею та монтаж стиків муфтами САМ	Вкладання труб в траншею без кріплення	Агрегат на тракторі 1,4 кН ЭО-2621А	м	10 000					ДБН Д.2.2-22-99. ВНиР, зб. В12-3
Зворотна засипка трубопроводу вручну з ущільненням ґрунту	2 гр., товщина шару 0,15 м.	Пневмотрамбівки ТР-2	$м^3$	610					ДБН Д.2.2-1-99
Присипання трубопроводу механізова-	2 гр.	Екскаватор ЭО-3322Б,	1000 $м^3$	96,8					ДБН Д.2.2-1-99

Будівельна операція	Умови виконання робіт	Механізми та способи виробництва	Об'єм робіт		Норма часу та змінна продукт.	Склад ланки	Необхідно на 1000 м		Нормативний документ
			Од вим	Кількість			Маш-год	Люд-год	
ним способом		грейфер, 0,35м^3							
Випробування трубопроводів (попереднє і остаточне)	Гідравлічний спосіб	Насос гідравлічний ручний	м	100					ДБН Д.2.2-22-99. ЕНиР, зб.Е9-2
Засипання траншеї на всю глибину	2 гр., переміщення до 10 м	Бульдозер ДЗ-18А	1000 м^3	47					ДБН Д.2.2-1-99.
Планування грунту по трасі трубопроводу	Робочий хід в одному напрямку	Бульдозер ДЗ-18А	1000 м^2	40					ДБН Д.2.2-1-99.
Відновлення рослинного шару	1 гр., переміщення до 10 м	Бульдозер ДЗ-18А	1000 м^3	80					ДБН Д.2.2-1-99.
Остаточне планування	Робочий хід в одному напрямку	Бульдозер ДЗ-18А	1000 м^2	97					ДБН Д.2.2-1-99.

Підсумок: витрати праці: люд.-год.

Екскаватор ЭО-3322Б маш.год.

Бульдозер ДЗ-18А маш.год.

Агрегат на тракторі "ХТЗ, ЮМЗ" ЭО-2621А маш.год.

4. Комплексна механізація робіт при будівництві зрошувального каналу в напіввиїмці-напівнасипу

Мета роботи: освоїти методику виконання розрахунків по комплексній механізації робіт при будівництві зрошувальних каналів; навчитись аналізувати виробничий процес і відповідно до прийнятої технології виявляти склад будівельно-монтажних робіт, вибирати засіб механізації для їхнього виконання, розраховувати нормативну потребу машино-змін і людино-днів при виконанні окремих робіт і виробничого процесу в цілому, визначати потребу в будівельних машинах при заданій тривалості виконання робіт, а також при виконанні декількох видів робіт; установлювати по збірниках ВНиР і ЕНиР норми часу в машино-годинах і людино-годинах при будівництві зрошувальних каналів; заповнювати таблиці при виконанні технологічних розрахунків.

Завдання 1. Виконати технологічні розрахунки на виробництво земляних робіт при будівництві ділянки зрошувального каналу в напіввиїмці-напівнасипу по методу "подушки" при заданих складі робіт, умовах їх виробництва, типах машин і обсягах робіт.

Методика виконання завдання. Попередньо описати поняття "комплексна механізація будівельно-монтажних робіт", ознайомитися з методикою виконання технологічних розрахунків[10, с.25 - 32], а також вивчити технологію будівництва зрошувальних каналів по методу "подушки"[1, с.49 - 52| .

Креслиться відомість для виконання технологічних розрахунків відповідно до форми табл. 4.1. Відомість заповнюють у наступній послідовності. У графу I заносять опис роботи й умов її виконання з таблиць 4.2 (графа 2) і 4.3 (рядка 1,2).

Обсяг робіт (графа 3) визначають шляхом множення обсягу робіт на 1000 м каналу (табл. 4.2 графи 4-17) на довжину каналу (табл. 4.3, рядок 3). Одиницю виміру приймають відповідно до графи 3 таблиці 4.2. Знайшовши в збірниках ДБН, ВНиР чи ЕНиР параграфи відповідні опису кожного виду робіт, із приведеної технічної характеристики машин вибирають одну з них і записують у графі 2 повну її назву і марку з характеристикою робочого устаткування. Потім, установивши за допомогою відповідних параграфів збірників ДБН норму часу в машино-годинах на одиниця об'єму робіт, записують її в чисельник графи 4, а в знаменник - змінну норму виробітку. Склад ланки заносять у графу 5. Шифр використаного нормативного документа записують графу 8.

Необхідна кількість машино-змін M ж людино-днів N на весь обсяг для кожного виду робіт розраховують по формулах:

$$M = Нч \cdot W / 8.2 \quad (4.1)$$

$$N = Нч \cdot W / 8.2 \quad (4.2)$$

або $$N = n \cdot M \quad (4.3)$$

де $Нч$ - відповідно норма часу в машино-годинах та людино-годинах на одиницю об'єму робіт ; W - обсяг робіт в одиницях, на яких дається норма часу ; n - число людин у ланці, що обслуговує одну машину упродовж зміни (графа 5); 8,2 - середня тривалість зміни, год. Результати розрахунку записуються в графи 7 та 8.

Завдання *2*. На основі даних технологічного розрахунку визначити число працюючих машин заданого виду, необхідних для завершення будівництва каналу в заданий термін.

Методика виконання завдання. Попередньо ознайомитись з методикою відповідного розрахунку [10, с.32-33].

По таблиці 4.3 для кожного варіанта встановлюють машини (рядок 6), число яких необхідно розрахувати.

Необхідне число машин, необхідних для завершення будівництва каналу в заданий термін дорівнює:

$$m = \Sigma M / (Кзм \cdot Троб \cdot Р) \quad (4.4)$$

де ΣM - необхідне сумарне нормативне число машино-змін даного виду машин на усіх видах робіт, де вони використовуються. Цю величину визначають шляхом аналізу графи 2 таблиці 4.1, вибірки позицій, де застосовуються дані машини, з наступним сумуванням цих даних по цих позиціях у графі 6.

Значення тривалості виконання робіт $Троб$, змінності робіт $Кзм$ і відсотка виконання норм виробітку $Р$ установлюють по таблиці 4.3 (рядки 4, 5, 7).

Умовні позначення в таблиці 4.3

Ґрунт:

ГМЖ – глина м’яка жирна; ГМК – глина м’яка карбонатна;
ЛМ – лес м’який; СЛ – суглинок легкий;
СВ – суглинок важкий; ЧМ – чорнозем м’який;
ЧЗ – чорнозем затверділий;

Тип машин:

С – скрепер; К – каток; Б – бульдозер; Р – роторний екскаватор; Г – грейдер; Рп – розпушувач; Е – екскаватор.

Таблиця 4.1

Технологічний розрахунок на виконання земляних робіт при будівництві ділянки зрошувального каналу в напіввиїмці - напівнасипу за методом "подушки"

Робота та умови її виконання	Машини і механізми	Обсяг робіт		Норма часу, маш-год на одиницю обсягу робіт норма виробітку	Склад ланки	Витрати праці на весь обсяг		Нормативний документ
		Од вим	кільк			Маш-змін	Людино-годин	
Влаштування русла каналу роторним екскаватором в ґрунті 2 групи, площа перетину каналу 7,5 $м^2$	Роторний екскаватор ЭТР-301	100 $м^3$	54,8	0,48 / 16,67	Машиніст 6 розряд-1, помічник машиніста 5 розряд-1, тракторист 6 розряд-1	3,2	9,6	ДБН Д.2.2-1-99. (старий норматив - § В12-1-2, табл.3, 5б)

Таблиця 4.2

Вихідні дані на будівництво 1000 м каналу методом “подушки” в напіввиїмці-напівнасипу

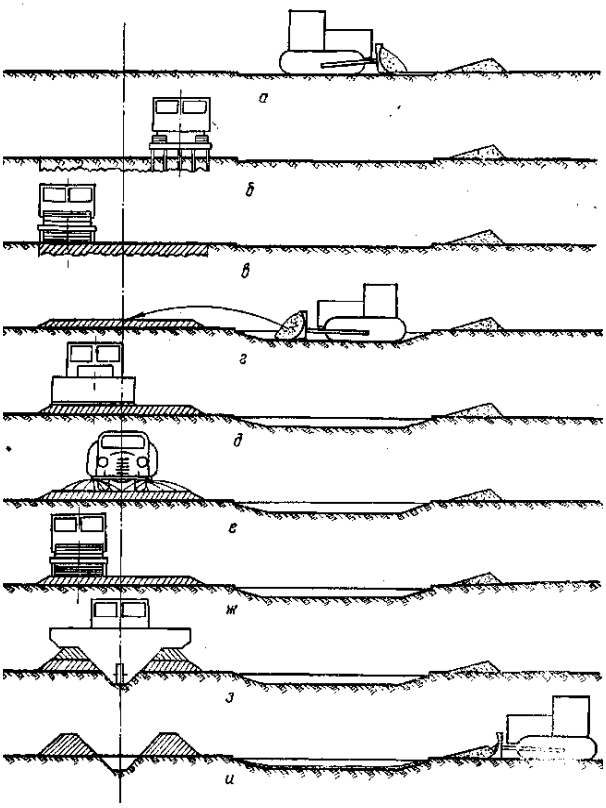
№	Робота та умови її виконання, одиниці виміру	Обсяги робіт за варіантами													
		1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24	25-26	27-28
1	Зрізання рослинного шару товщ. 0,1 м бульдозером з переміщенням до 20 м, 1000м^3	3,10	3,18	3,26	3,34	3,42	3,50	3,58	3,60	4,63	4,72	4,81	4,90	4,98	5,06
2	Ущільнення ґрунту в основі насипу котками за 4 проходи, довжина гона до 100 м, 1000м^3	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,67	1,70	1,73	1,76	1,79	1,82
3	Розпушення важкого мінерального ґрунту в резервах розпушувачем на глибину 0,2 м, довжина гона до 100м, 1000м^3	5,48	5,81	6,15	6,48	6,82	7,15	7,49	7,83	17,2	19,0	20,8	22,6	24,4	26,2
4	Відсипка мінерального ґрунту в тіло подушки скрепером при переміщенні до 70 м, 1000 м^3	5,48	5,81	6,15	6,48	6,82	7,15	7,49	7,83	17,2	19,0	20,8	22,6	24,4	26,2
5	Розрівнюв. відсипаного ґрунту в подушці бульдозером, 1000 м^3	5,48	5,81	6,15	6,48	6,82	7,15	7,49	7,83	17,2	19,0	20,8	22,6	24,4	26,2
6	Ущільнення ґрунту в подушці котками за 10 проходів по одному сліду при товщині шару 0,25 м і довжині гона до100м, 1000м^3	5,48	5,81	6,15	6,48	6,82	7,15	7,49	7,83	17,2	19,0	20,8	22,6	24,4	26,2

№	Робота та умови її виконання, одиниці виміру	Обсяги робіт за варіантами													
		1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24	25-26	27-28
7	Вирівнювання гребня насипу подушки по трасі грейдера за 3 проходи 1000 м^2	25,6	25,7	25,8	28,9	26,0	26,1	26,2	26,3	_	-	-	-	-	-
8	Розробка русла каналу екскаватором - драглайн з відсипанням ґрунту в відвал, 1000 м^3	-	-	-	-	-	-	-	-	9,00	10,0	13,0	15,0	17,0	19,0
9	Розробка русла каналу роторним екскаватором, 1000 м^3	2,78	3,08	3,38	3,68	3,98	4,28	4,58	4,88	-	-	-	-	-	-
10	Розрівнюв. ґрунту в відвалі до проектного профілю дамби бульдозером при товщ. шару до0,6м, 1000 м^3	2,20	2,44	2,68	2,93	3,17	3,41	3,66	3,90	7,20	8,80	10,4	12,0	13,6	15,2
11	Ущільнення ґрунту в дамбах котками за 4 проходи 1000 м^2	4,64	4,8	4,95	5,11	5,27	5,43	5,59	5,74	8,2	9,0	9,8	10,6	11,4	12,2
12	Переміщ рослин ґрунту в резерви та на зовн відкоси дамб бульдозером на відст до 20м,1000м^3	31	31,7	32,5	33,2	34	34,7	35,5	36,4	46,3	49,1	51,9	54,8	57,7	60,5
13	Планування відкосів дамб та резервів грейдером за 2 проходи по одному сліду, 100 м довжини відкосу	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
14	Планування рослинного ґрунту в резервах та на бермах поруч дамб грейдером за 2 проходи по одному сліду, 1000 м^2	15	16,1	17,3	18,4	19,6	20,7	21,9	23	24,2	27,2	30,3	33,3	36,3	39,4

Таблиця 4.3

Вихідні дані для виконання технологічних розрахунків та визначення необхідної кількості машин

№	Показник	За варіантами													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Ґрунт	ГЖМ		ГМК		ЛМ		Пісок		СМ		СВ		Супісок	
2	Площа поперечного перетину каналу, $м^2$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
3	Довжина каналу, км	2,58	3,42	4,17	5,64	6,33	7,92	8,16	9,18	9,36	8,66	7,21	6,78	5,27	4,61
4	Тривалість виконання робіт, робочих діб	2	2	3	4	10	8	5	4	9	1	12	7	15	6
5	Змінність робіт	1,5	2	1,5	2	1,5	2	3	1	1,5	1	3	2,5	2	2,5
6	Розрах. тип машини	С	К	Б	Б	К	С	Р	Г	Р	Рп	С	Б	К	Р
7	Відсоток виконання норм виробітку	112	106	124	108	121	118	115	107	111	103	132	113	122	118
№	Показник	За варіантами													
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	Ґрунт	ЧМ		ЧЗ		ГМК		ЛМ		Пісок		СВ		ЧМ	
2	Площа поперечного перетину каналу, $м^2$	2,4	2,5	2,7	2,9	3,5	3,8	4,2	4,5	5,6	5,8	8,2	8,5	9,5	9,8
3	Довжина каналу, км	3,72	2,94	2,36	3,68	4,39	5,82	6,62	7,52	8,51	9,96	10,42	11,15	12,81	13,63
4	Тривалість виконання робіт, робочих діб	12	3	5	8	9	12	16	18	19	21	2	18	21	12
5	Змінність робіт	2	1	1,5	1	2,5	2	2,5	3	1,5	2,5	1	2,5	2	3
6	Розрах. тип машини	Б	Г	К	Б	С	К	Б	С	К	Б	Рп	Е	С	Е
7	% виконання норм	116	108	117	121	128	119	132	126	109	124	111	104	124	118



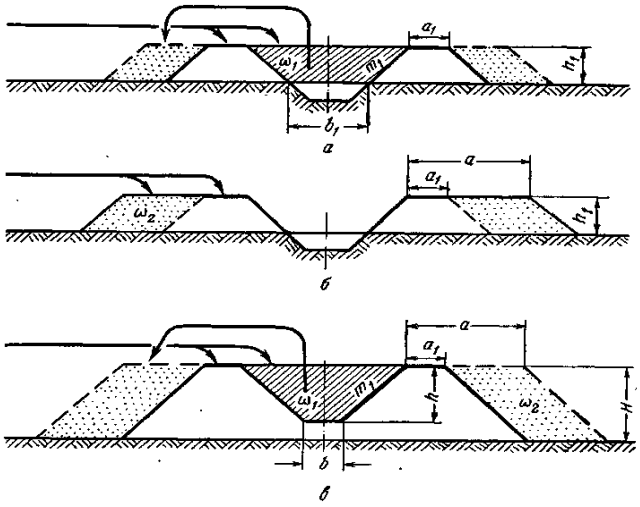


Рис. 4.1. Схеми до визначення розмірів каналів, при яких доцільно застосовувати метод відсипання загальної подушки: а — у напівнасипу з відсипанням загальної подушки; б — те ж, з роздільним відсипанням дамб: в — для каналу в насипі (a_1 — проектна ширина дамб: а — ширина дамб по умовам проведення робіт).

Рис. 4.2. Технологічні схеми будівництва зрошувального каналу на ділянці в напівнасипу методом подушки: *а* — зняття рослинного ґрунту з резервів; *б* — розпушування ґрунту на смузі під каналом; в — ущільнення ґрунту на смузі під каналом; *г* - розробка ґрунту в резервах і пошаровому відсипанні його в тіло подушки; *д* — пошарове розрівнювання ґрунту в подушці; *е* — дозволоження ґрунту; *ж* — пошарове ущільнення ґрунту в подушці; з — нарізка профілю каналу з переміщенням ґрунту в тіло бічних дамб; *и* — зворотне засипання резервів раніше знятим рослинним ґрунтом.

Література

1. Технологія та організація гідромеліоративного будівництва. Під ред.Кір'янова В.М.-Рівне:НУВГП, 2005.
2. Ясинецкий В.Г. Фенин Н.К. Организация и технология гидромелиоративных работ. - М., Агропромиздат, 1986.
3. Земляные работы. Справочник строителя. Под редакцией Л.В.Гриншуна – М., Стройиздат, 1992.
4. Соляной И.А., Шопин Г.Г., Ступак В.А. Организация и технология гидротехнических работ. Киев.: Вища школа. Головное изд-во 1988-281с.
5. ДБН Д.2.2-1-99 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 1. Земляні роботи. – К., 2000.
6. ЕНиР. Сборник Е-9-2. Сооружения систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Вып. 2. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР.-М.: Прейскурантиздат, 1987.
7. ВНиР. Сборник В12. Специальные работы в мелиоративном и водохозяйственном строительстве. Выпуск 1 и 3 /Минводхоз СССР,-М.: Прейскурантиздат, 1987.
8. ДБН Д.2.2-22-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 22. Водопровід – зовнішні мережі.
9. Система машин для комплексной механизации сельськохозяйственного производства на 1986-1995 года" ч.III. Мелиорация. - М. : ЦНИИТЭИ.- 1988.
10. Иванов Е.С. Организация и производство гидротехнических работ, Изд.2-в, перераб.и доп.-М.: Агропромиздат, 1985.