

Лабораторная работа № 3. СПОСОБЫ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА В ВЫЕМКАХ ОДНОКОВШОВЫМИ ЭКСКАВАТОРАМИ

Цель работы: изучить способы разработки грунта в выемках одноковшовыми экскаваторами.

Задачи:

- определить расчетные параметры забоя экскаватора;
- выбрать возможный способ устройства русла канала.

Общие положения. При выборе типов и марок машин руководствуемся следующими принципами:

- для выполнения рабочих операций можно использовать лишь те типы и марки машин, которые имеются в парке подрядной строительной организации;
- условия применения типов машин должны соответствовать условиям выполнения рабочих операций;
- рабочие параметры принятых типов машин должны соответствовать проектным параметрам возводимого сооружения;
- если для выполнения рассматриваемой рабочей операции возможны несколько вариантов типов и марок машин, то окончательно принимаем вариант, имеющий лучшие технико-экономические показатели.

При анализе исходных данных, условий производства работ на конкретном объекте нетрудно определить, что в соответствии с первыми двумя принципами выбора единственно возможным типом машин для первой проходки (и всех последующих) является одноковшовый экскаватор с рабочим оборудованием драглайн либо обратная лопата. На основании третьего принципа необходимо определить, какие именно марки экскаваторов из имеющихся в парке организации могут быть использованы для устройства первой проходки. При этом следует иметь в виду, что осуществить первую (как и все последующие) проходку можно тремя способами. Следует определить способ проходки.

Продольный способ. Ось движения экскаватора совпадает с осью проходки, грунт выгружается на одну или на обе стороны проходки.

Продольно-поперечный способ. Ось движения экскаватора не совпадает с осью проходки, но лежит в полосе выемки грунта этой проходки. Грунт выгружается только на одну из берм (в сторону смещения оси хода экскаватора относительно оси проходки).

Поперечный способ. Ось движения экскаватора не совпадает с осью проходки и лежит вне полосы выемки грунта этой проходки, т. е. находится на берме. Грунт выгружается только на ту сторону, по которой движется экскаватор.

Самым производительным из трех вышеназванных способов является продольный, поэтому выбор марок экскаваторов для устройства первой проходки следует начинать, предполагая именно этот способ проходки.

Для решения задач необходимо выполнить приведенные ниже действия.

Составить расчетную схему к определению расчетных параметров забоя экскаватора.

Определить минимальный радиус резания на уровне стоянки по формуле

$$R_p^{\min} = a + (h \cdot \operatorname{ctg} \alpha),$$

где a, h – координаты точки крепления стрелы экскаватора (по заданию);

α – угол внутреннего откоса забоя (по заданию).

Вычислить максимальный радиус резания на уровне забоя по формуле

$$R_o^{\max} = R_p^{\max} - m_3 \cdot H, \text{ м},$$

где m_3 – коэффициент заложения внешнего откоса забоя (по заданию);

H – глубина выемки (по заданию).

Определить минимальный радиус резания на уровне забоя по формуле

$$R_o^{\min} = R_p^{\min} + H \cdot \operatorname{ctg} \alpha, \text{ м},$$

где H – глубина выемки (по заданию), м;

α – угол внутреннего откоса забоя (по заданию).

Выбрать возможный способ устройства русла канала.

Устройство канала продольным способом

Продольный способ. Ось движения экскаватора совпадает с осью проходки, грунт выгружается на одну или на обе стороны проходки. На

рис. 1 представлена схема продольного способа устройства выемки грунта.

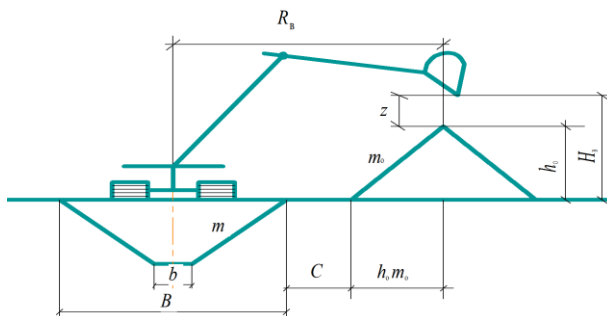


Рис. 1. Схема продольного способа разработки грунта

Данный способ для разработки грунта в выемке принимаем в случае выполнения условий перечисленных ниже.

Первое условие:

$$H \leq H_p,$$

где H – глубина канала, м;

H_p – глубина резания экскаватора, м.

Второе условие:

$$h_{от} \leq H_B - z,$$

где $h_{от}$ – высота отвала, м;

H_B – высота выгрузки экскаватора, м;

z – запас от нижней кромки ковша до высшей точки отвала (0,5...1,0).

Третье условие:

$$B \leq B_{max},$$

где B – ширина канала поверху, м;

B_{max} – максимально возможная ширина выемки по верху, которая может быть разработана рассматриваемым экскаватором данным способом, м.

Если устройство канала выполняется в два равных по объему отвала, B_{max} определяется по формуле

$$B_{\max} = 2(R_e - C - m_o \cdot h_o), \text{ м,}$$

где R_B – радиус выгрузки экскаватора, м;

C – ширина бермы, м;

m_o – коэффициент заложения откоса отвала грунта, м;

h_o – высота образующего отвала, м.

Если устройство канала выполняется в два не равных по объему отвала, B_{\max} определяется по формуле

$$B_{\max} = 2R_e - 2C - m_{o1} \cdot h_{o1} - m_{o2} \cdot h_{o2}, \text{ м,}$$

где R_B – радиус выгрузки экскаватора, м;

C – ширина бермы, м;

m_{o1} – коэффициент заложения откоса отвала грунта № 1;

h_{o1} – высота образующего отвала № 1, м;

m_{o2} – коэффициент заложения откоса отвала грунта № 2;

h_{o2} – высота образующего отвала № 2, м.

Если устройство канала выполняется в один отвал, B_{\max} определяется по формуле

$$B_{\max} = R_p + R_e - C - m_o \cdot h_o, \text{ м,}$$

где R_p – радиус резания экскаватора, м;

R_B – радиус выгрузки экскаватора, м;

C – ширина бермы, м;

m_o – коэффициент заложения откоса отвала грунта;

h_o – высота образующего отвала, м.

Четвертое условие:

$$R_B^{\text{тп}} \leq R_B,$$

где $R_B^{\text{тп}}$ – требуемый радиус выгрузки, обеспечивающий выгрузку грунта в месте, предусмотренном проектом, м;

R_B – радиус выгрузки экскаватора, м.

$$R_B^{\text{тп}} = 0,5 \cdot B + C + m_o \cdot h_o, \text{ м,}$$

где B – ширина канала поверху, м;

C – ширина бермы, м;

m_o – коэффициент заложения откоса отвала грунта;

h_0 – высота образующего отвала, м.

Пятое условие:

$$\beta \leq 90^\circ,$$

где β – фактический угол поворота платформы экскаватора.

$$\beta = \arcsin \frac{R_e^{mp}}{R_e},$$

где R_e^{tp} – требуемый радиус выгрузки, обеспечивающий выгрузку грунта в месте, предусмотренном проектом, м;

R_e – радиус выгрузки экскаватора, м.

Все расчеты сводятся в табл. 2, и делается вывод: если одно из условий не выполняется, то данный экскаватор не сможет осуществить заданную выемку продольным способом.

Таблица 2. Проверка условий для устройства выемки продольным способом

№ п.п.	Условия применимости способа	Проверка условий для экскаватора
1	$H \leq H_{от}$	
2	$h_{от} \leq H_B - z$	
3	$B \leq B_{max}$	
4	$R_B^{tp} \leq R_B$	
5	$\beta \leq 90^\circ$	

Если в результате проверки оказалось, что выемку грунта продольным способом устроить нельзя, то необходимо предусмотреть возможность устройства ее продольно-поперечным способом.

Устройство канала продольно-поперечным способом

Продольно-поперечный способ – это способ разработки, при котором ось вращения экскаватора находится в полосе выемки, но не совпадает с осью самой выемки. На рис. 2 представлена схема продольно-поперечного способа устройства выемки грунта.

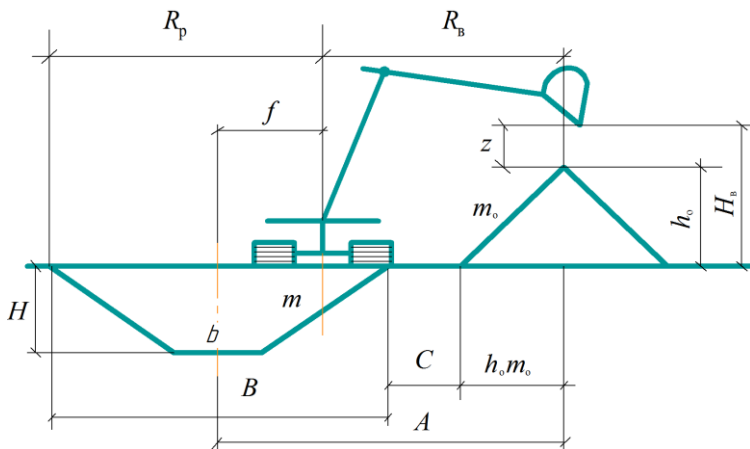


Рис. 2. Схема продольно-поперечного способа разработки грунта

Данный способ для разработки грунта в выемке принимаем в случае выполнения приведенных ниже условий.

Первое условие:

$$H \leq H_p,$$

где H – глубина канала, м;

H_p – глубина резания экскаватора, м.

Второе условие:

$$h_{от} \leq H_b - z,$$

где $h_{от}$ – высота отвала, м;

H_b – высота выгрузки экскаватора, м;

z – запас от нижней кромки ковша до высшей точки отвала (0,5...1,0 м).

Третье условие:

$$B \leq B_{max},$$

где B – ширина канала поверху, м;

B_{max} – максимально возможная ширина выемки по верху, которая может быть разработана рассматриваемым экскаватором данным способом, м;

$$B_{\max} = R_e + R_p - C - m_o \cdot h_o, \text{ м},$$

где R_e – радиус выгрузки экскаватора, м;

R_p – радиус резания грунта, м;

C – ширина бермы, м;

m_o – коэффициент заложения откоса;

h_o – высота образующего отвала, м.

Четвертое условие:

$$R_p^{\max} \geq R_p^{\text{тp}},$$

где R_p^{\max} – максимальный радиус резания грунта экскаватором, м;

$R_p^{\text{тp}}$ – требуемый радиус резания, м.

$$R_p^{\text{тp}} = 0,5 \cdot B + f, \text{ м},$$

где B – ширина канала поверху, м;

f – величина смещения оси хода экскаватора относительно оси выемки.

Величину смещения следует принять такой, чтобы угол поворота на разгрузку был минимальным. Ее можно определить по формуле

$$f = \frac{2 \cdot A - B}{4},$$

где A – расстояние от оси выемки до оси отвала грунта;

B – ширина канала поверху, м;

$$A = 0,5B + C + m_o \cdot h_o, \text{ м}.$$

Необходимо проверить условие смещения оси вращения экскаватора:

$$0 < f < 0,5B.$$

Пятое условие:

$$R_e^{\text{тp}} \leq R_e,$$

где R_b^{TP} – требуемый радиус выгрузки, обеспечивающий выгрузку грунта в месте, предусмотренном проектом, м;
 R_b – радиус выгрузки экскаватора, м;

$$R_b^{TP} = 0,5 \cdot B - f + C + m_o \cdot h_o, \text{ м,}$$

где B – ширина канала поверху, м;
 f – величина смещения оси хода экскаватора относительно оси выемки;
 C – ширина бермы, м;
 m_o – коэффициент заложения откоса;
 h_o – высота образующего отвала, м.

Шестое условие:

$$\beta \leq 120^\circ,$$

где β – фактический угол поворота платформы экскаватора;

$$\beta = \beta_1 + \beta_2 ;$$

$$\beta_1 = \arcsin \frac{f}{R_p^{\max}} ;$$

$$\beta_2 = \arcsin \frac{A - f}{R_b},$$

где f – величина смещения оси хода экскаватора относительно оси выемки;

R_p^{\max} – максимальный радиус резания грунта экскаватором, м;

A – расстояние от оси выемки до оси отвала грунта, м;

R_b – радиус выгрузки экскаватора, м.

Все расчеты сводятся в табл. 3, и делается вывод: если одно из условий не выполняется, то данный экскаватор не сможет осуществить заданную выемку продольно-поперечным способом.

Таблица 3. Проверка условий для устройства выемки продольно-поперечным способом

№ п.п.	Условия применимости способа	Проверка условий для экскаватора
1	$H \leq H_p$	
2	$h_{от} \leq H_B - z$	
3	$B \leq B_{max}$	
4	$R_p^{max} \geq R_p^{тр}$	
5	$R_B^{тр} \leq R_B$	
6	$\beta \leq 120^\circ$	

Устройство канала поперечным способом

Поперечный способ – ось движения экскаватора не совпадает с осью проходки и лежит вне полосы выемки грунта этой проходки, т. е. находится на берме. На рис. 3 представлена схема поперечного способа устройства выемки грунта.

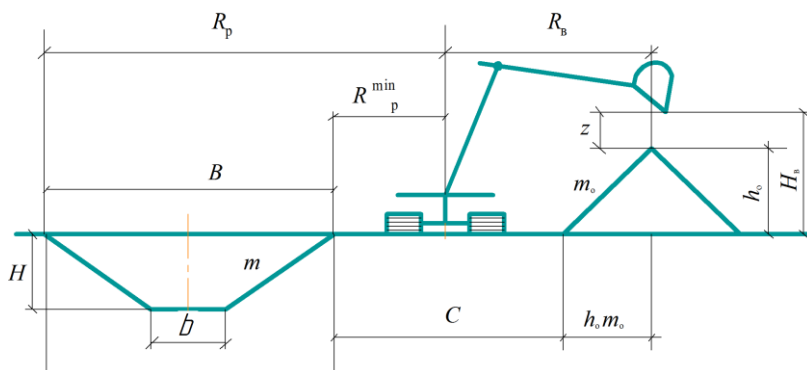


Рис. 3. Схема поперечного способа разработки грунта

Данный способ для разработки грунта в выемке принимаем в случае выполнения приведенных ниже условий.

Первое условие:

$$H \leq H_p,$$

где H – глубина канала, м;

H_p – глубина резания экскаватора, м.

Второе условие:

$$h_{от} \leq H_B - z,$$

где $h_{от}$ – высота отвала, м;

H_B – высота выгрузки экскаватора, м;

z – запас от нижней кромки ковша до высшей точки отвала (0,5...1,0).

Третье условие:

$$B \leq B_{max},$$

где B – ширина канала поверху, м;

B_{max} – максимально возможная ширина выемки по верху, которая может быть разработана рассматриваемым экскаватором данным способом, м;

$$B_{max} = R_p^{max} - R_p^{min}, \text{ м,}$$

где R_p^{max} – максимальный радиус резания на уровне стояния экскаватора, м;

R_p^{min} – минимальный радиус резания на уровне стояния экскаватора, м.

Четвертое условие:

$$R_e^{mp} \leq R_B,$$

где R_e^{mp} – требуемый радиус выгрузки, обеспечивающий выгрузку грунта в месте, предусмотренном проектом, м;

R_B – радиус выгрузки экскаватора, м;

$$R_e^{mp} = C + m_o \cdot h_o - R_p^{min}, \text{ м,}$$

где C – ширина бермы, м;

m_o – коэффициент заложения откоса;

h_o – высота образующего отвала, м.

Пятое условие:

$$R_p^{max} \geq R_p^{mp},$$

где R_p^{\max} – максимальный радиус резания грунта экскаватором, м;

R_p^{mp} – требуемый радиус резания, м.

$$R_p^{mp} = B + R_p^{\min},$$

где B – ширина канала поверху, м;

R_p^{\min} – минимальный радиус резания на уровне стояния экскаватора,

м.

Шестое условие:

$$\beta \leq 180^\circ,$$

где β – фактический угол поворота платформы экскаватора.

$$\beta = \beta_1 + \beta_2;$$

$$\beta_1 = \arcsin \frac{R_p^{mp}}{R_p^{\max}};$$

$$\beta = \arcsin \frac{R_e^{mp}}{R_e},$$

где R_p^{\max} – максимальный радиус резания на уровне стояния экскаватора, м;

R_e^{mp} – требуемый радиус выгрузки, обеспечивающий выгрузку грунта в месте, предусмотренном проектом, м;

R_e – радиус выгрузки экскаватора, м.

Все расчеты сводятся в табл. 4, и делается вывод: если одно из условий не выполняется, то данный экскаватор не сможет осуществить заданную выемку поперечным способом.

Если в результате проверки оказалось, что выемку грунта поперечным способом устроить невозможно, то необходимо выполнить данную выемку другим экскаватором.

Таблица 4. Проверка условий для устройства выемки поперечным способом

№ п.п.	Условия применимости способа	Проверка условий для экскаватора
1	$H \leq H_p$	
2	$h_{от} \leq H_b - z$	
3	$B \leq B_{max}$	
4	$R_p^{max} \geq R_p^{тр}$	
5	$R_b^{тр} \leq R_p$	
6	$\beta \leq 180^\circ$	

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 3

Для выполнения лабораторной работы № 3 каждому студенту индивидуально выдается вариант задания (прил. 3) и полученные данные записываются в табл. 13.

После анализа исходных данных (табл. 13) вариант технологических параметров (ТП 2) (прил. 3), вариант условий забоя (УЗ 6) (прил. 3), вариант проектных параметров канала (ПК 1) записывают в табл. 14, 15 и 16 соответственно.

Таблица 13. Исходные данные для выполнения лабораторной работы № 3

Номер основного варианта	Варианты технологических параметров (ТП <i>i</i>)	Варианты условий забоя (УЗ <i>i</i>)	Варианты проектных параметров канала (ПК <i>i</i>)
101	2	6	1

Таблица 14. Вариант технологических (рабочих) параметров экскаваторов

№ п.п.	Параметры		Вариант технологических (рабочих) параметров экскаватора
			ТП 2
1	Марка экскаватора		ЭО-3223
2	Координаты точки крепления стрелы	a , м	0,85
		h , м	1,24
3	R_p^{max} , м		8,6
4	R_b , м		8,2
5	H_b , м		4,8
6	Глубина копания	$H_{рт}$, м	5,6
		$H_{рп}$, м	5,2
7	q , м ³		0,5
8	$t_{ц}$, с		19

Таблица 15. Вариант условий забоя экскаваторов

№ п.п.	Условия забоя	Вариант условий забоя
		УЗ 6
1	Угол внутреннего откоса забоя α°	48
2	Коэффициент заложения внешнего откоса забоя m_3	1,1

Таблица 16. Вариант проектных параметров канала

Параметры канала	ПК 1
Ширина по дну b , м	0,4
Коэффициент заложения откоса канала m	1
Глубина всего канала H , м	2
Глубина от дна канала до УГВ H_1 , м	1,4
Длина канала L , м	610

Согласно полученным значениям строим расчетную схему для определения расчетных параметров забоя экскаватора (рис. 10).

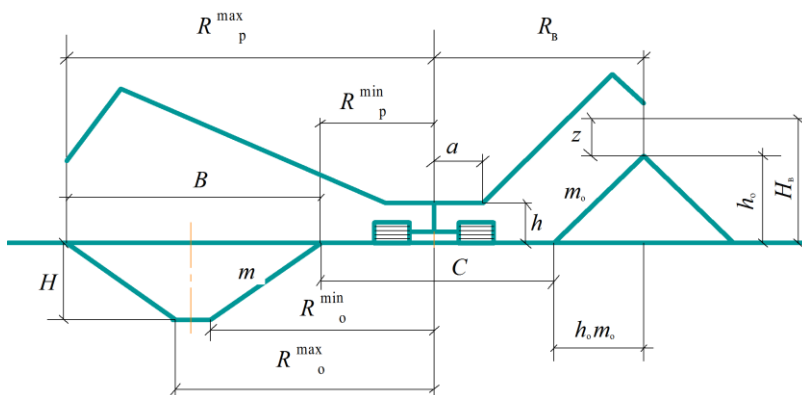


Рис. 10. Расчетная схема к определению расчетных параметров забоя экскаватора

Определяем расчетные параметры забоя экскаватора ЭО-3223.

Рассчитываем минимальный радиус резания на уровне стоянки по формуле

$$R_p^{\min} = a + (h \cdot \operatorname{ctg} \alpha),$$

где a , h – координаты точки крепления стрелы экскаватора (по заданию);

α – угол внутреннего откоса забоя (по заданию).

$$R_p^{\min} = 0,85 + (1,24 \cdot \operatorname{ctg} 48) = 1,97 \text{ м.}$$

Определяем максимальный радиус резания на уровне забоя по формуле

$$R_o^{\max} = R_p^{\max} - m_3 \cdot H, \text{ м,}$$

где m_3 – коэффициент заложения внешнего откоса забоя (по заданию);
 H – глубина выемки (по заданию), м.

$$R_o^{\max} = 8,6 - 1,1 \cdot 2 = 6,2 \text{ м.}$$

Вычисляем минимальный радиус резания на уровне забоя по формуле

$$R_o^{\min} = R_p^{\min} + H \cdot \operatorname{ctg} \alpha, \text{ м,}$$

где H – глубина выемки (по заданию), м;
 α – угол внутреннего откоса забоя (по заданию).

$$R_o^{\min} = 1,97 + 2 \cdot \operatorname{ctg} 48 = 3,8 \text{ м.}$$

Выбираем возможный способ устройства русла канала.

Самым производительным из способов является продольный, поэтому выбор марок экскаваторов для устройства канала следует начинать, предполагая именно этот способ проходки.

Устройство канала продольным способом

Продольный способ. Ось движения экскаватора совпадает с осью проходки, грунт выгружается на одну или на обе стороны проходки. На рис. 11 представлена схема продольного способа устройства выемки грунта.

где B – ширина канала поверху, м;

B_{\max} – максимально возможная ширина выемки по верху, которая может быть разработана рассматриваемым экскаватором данным способом, м;

$$B_{\max} = R_e + R_p - C - m_o \cdot h_o, \text{ м,}$$

где R_e – радиус выгрузки экскаватора, м;

R_p – радиус резания грунта, м;

C – ширина бермы, м;

m_o – коэффициент заложения откоса;

h_o – высота образующего отвала, м;

$$B_{\max} = 8,2 + 8,6 - 2 - 1,4 \cdot 2 = 12 \text{ м;}$$

$$4,8 \text{ м} < 12 \text{ м.}$$

Данное условие выполнено.

Четвертое условие:

$$R_B^{\text{TP}} \leq R_B,$$

где R_B^{TP} – требуемый радиус выгрузки, обеспечивающий выгрузку грунта в месте, предусмотренном проектом, м;

R_B – радиус выгрузки экскаватора, м;

$$R_e^{mp} = 0,5 \cdot B + C + m_o \cdot h_o, \text{ м,}$$

где B – ширина канала поверху, м;

C – ширина бермы, м;

m_o – коэффициент заложения откоса;

h_o – высота образующего отвала, м;

$$R_e^{mp} = 0,5 \cdot 4,8 + 2 + 1,4 \cdot 2 = 7,2 \text{ м;}$$

$$7,2 \text{ м} < 8,2 \text{ м.}$$

Данное условие выполнено.

Пятое условие:

$$\beta \leq 90^\circ,$$

где β – фактический угол поворота платформы экскаватора;

$$\beta = \arcsin \frac{R_{\text{в}}^{\text{тп}}}{R_{\text{в}}},$$

где $R_{\text{в}}^{\text{тп}}$ – требуемый радиус выгрузки, обеспечивающий выгрузку грунта в месте, предусмотренном проектом, м;

$R_{\text{в}}$ – радиус выгрузки экскаватора, м;

$$\beta = \arcsin \frac{7,2}{8,2} = 61,4^\circ;$$

$$61,4^\circ < 90^\circ.$$

Данное условие выполнено.

Все расчеты сводятся в табл. 17, и делается вывод: если одно из условий не соблюдается, то данный экскаватор не сможет выполнить заданную выемку продольным способом.

Таблица 17. Проверка условий для устройства выемки продольным способом

№ п.п.	Условия применимости способа	Проверка условий для экскаватора
1	$H \leq H_{\text{пт}}$	2 м < 5,6 м
2	$h_{\text{от}} \leq H_{\text{в}} - z$	2 м < 4,8 – 1 = 3,8 м
3	$B \leq B_{\text{max}}$	4,8 м < 12 м
4	$R_{\text{в}}^{\text{тп}} \leq R_{\text{в}}$	7,2 м < 8,2 м
5	$\beta \leq 90^\circ$	61,4° < 90°

Анализируя табл. 17, можно сделать вывод, что все условия для продольного способа выполнены и данная выемка (канал) может быть построена экскаватором ЭО-3223.

Если в результате проверки оказалось, что выемку грунта продольным способом устроить нельзя, то необходимо предусмотреть возможность выполнения ее другими способами.