

ГОССТРОЙ СССР

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
И ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ОРГАНИЗАЦИИ,  
МЕХАНИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ СТРОИТЕЛЬСТВУ  
(ЦНИИОМТП)

БЮРО ВНЕДРЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ПОСТРОЕНИЮ КОМПЛЕКСНО-  
МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ  
ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

МОСКВА-1982

УДК 624.13:69.002.5(083.1)

Рекомендовано к изданию решением секции технологии и механизации строительного производства Научно-технического совета ЦНИИОМПИ Госстроя СССР.

Методические рекомендации по построению комплексно-механизированных процессов производства земляных работ. М., 1982. 96 с. (Госстрой СССР. Центр. науч.-исслед. и проектно-эксперим. ин-т организации, механизации и техн. помощи стр.-ву. ЦНИИОМПИ. Бюро внедрения).

В методических рекомендациях приведена последовательность построения комплексно-механизированного процесса, определены условия производства земляных работ, показано, как выбрать машины для отдельных операций, как формировать комплексы машин для технологических процессов при возведении земляных сооружений и определить их эффективность. Даны примеры построения комплексно-механизированных процессов. Приложены: перечень операций, применяемых в производстве земляных работ, технологические возможности ряда новых машин, сравнительные данные по удельным приведенным затратам.

Методические рекомендации предназначены для использования при разработке технологических карт и ПНР в Оргтехстроях и строительных организациях.

Методические рекомендации разработаны отделом земляных работ ЦНИИОМПИ Госстроя СССР (Баранова В.С., Гриншпун Л.В., Карпов А.В., Ладженский Б.Н., Мягкова Н.Е., Осадчий А.М., Толстых А.Е.).

© Центральный  
научно-исследовательский и  
проектно-экспериментальный  
институт организации, механизации  
и технической помощи строительству  
Госстроя СССР  
(ЦНИИОМПИ). Бюро внедрения. 1982

М 30207-031-82

## ВВЕДЕНИЕ

Производство земляных работ является одним из наиболее механизированных видов работ в строительстве. За последние годы значительно возрос парк землеройных и транспортных машин, внедряются новые прогрессивные машины и новое навесное оборудование, позволяющие повысить производительность труда и улучшить качество работ, а также значительно снизить объемы ручного труда. Однако увеличение парка машин само по себе не решает задачи по снижению численности рабочих и получению положительного технико-экономического эффекта. Это объясняется тем, что наряду с увеличением количества машин наблюдается рост численности машинистов и рабочих, занятых техническим обслуживанием, ремонтами и материально-техническим снабжением.

Важное значение приобретает эффективное применение имеющихся средств механизации, включая новые средства, освоены машиностроительной промышленностью в последние годы. Этому может в значительной мере способствовать расширение масштабов внедрения комплексно-механизированных технологических процессов, предусматривающих наиболее рациональное применение землеройных и транспортных машин и, на этой основе, значительное снижение трудоемкости работ.

Основными требованиями при построении современных комплексно-механизированных процессов земляных работ в строительстве являются: применение наиболее эффективных способов и средств разрыхления, разработки и уплотнения грунтов; выполнение всех операций с меньшим количеством машин; полное исключение или значительное снижение ручного труда;

достижение экономической эффективности за счет снижения общей продолжительности и трудоемкости работ, себестоимости единицы продукции.

Настоящие методические рекомендации позволяют построить комплексно-механизированные процессы производства земляных работ, отвечающие указанным основным требованиям. Данные по технологическим возможностям и экономической целесообразности применения машин и навесного оборудования приведены для новых средств механизации, по которым нет еще достаточно полной справочной и нормативной документации. Большинство данных получено в результате проведенных экспериментальных и аналитических исследований.

Проведена систематизация подготовительных, основных и заключительных операций, выполняемых в производстве земляных работ (Приложение I). Индексация операций введена для упрощения при составлении вариантов комплексов машин. В рекомендациях приведены сведения о последовательности операций и их совмещении при формировании технологических процессов: вертикальной планировки строительных площадок, разработки котлованов и траншей в различных грунтовых условиях, возведения насыпей различного назначения.

Комплексно-механизированный процесс включает все операции, необходимые для доведения земляного сооружения до проектных параметров. Приведенные рекомендации по формированию комплекса машин позволяют выбрать из имеющихся машин в парке строительных организаций наиболее рациональные для выполнения заданных операций, обеспечивая наибольшую эффективность технологического процесса по удельным приведенным затратам, трудоемкости и продолжительности.

Настоящие методические рекомендации преследуют цель добиться улучшения использования имеющегося в строительстве парка землеройной техники, особенно новых машин и механизмов, повысить эффективность производства земляных работ. Рекомендации рассчитаны на повышение уровня инженерной подготовки производства земляных работ и качественное улучшение показателей работы комплексных бригад, работающих на подряде. Они предназначены для использования инженерно-техническими работниками специализированных производственных объединений, трестов, управлений, выполняющих значительные объемы земляных работ, а также проектных организаций и Оргтехстроев, разрабатывающих технологические карты, ППР и задания хозяйственным комплексным бригадам.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Комплексно-механизированным технологическим процессом возведения временного или постоянного земляного сооружения считается такой процесс, в котором все подготовительные, основные и заключительные операции согласованы по продолжительности и выполняются с помощью комплекса машин, обеспечивающих заданные параметры готового сооружения с требуемым качеством работ. В комплексно-механизированном процессе простои по технологическим причинам должны быть минимальными.

1.2. Ведущей машиной в составе комплекса является та машина, которая выполняет наибольший объем разработки грунта в данном технологическом процессе. Остальные машины являются дополнительными, работают по согласованному графику и обеспечивают непрерывность технологического процесса. В отдельных случаях несколько операций могут выполняться единой машиной. Например, операции рыхления и разработки грунта в траншее, погружки в транспортные средства, зачистки и доводки дна траншей до проектных параметров могут выполняться одним траншейным роторным или цепным экскаватором:

1.3. Комплексная механизация предусматривается при:  
вертикальной планировке строительных площадок;  
разработке всех видов котлованов;  
разработке коммуникационных траншей;  
возведении всех видов насыпей;  
устройстве каналов.

1.4. Последовательность и совмещение операций комплексно-механизированного технологического процесса, а также состав средств механизации для данного процесса диктуются рядом условий, к которым относятся: основные параметры земляного сооружения, грунтовые условия, дальность перемещения грунта, объемы земляных работ, климатические условия, стесненность строительной площадки, глубина промерзания (для мерзлых грунтов).

1.5. Комплексно-механизированный процесс характеризуется следующими показателями:

продолжительность процесса;  
общая грузоемкость всех операций по возведению земляного сооружения;  
удельные приведенные затраты на единицу конечной продукции.

## 2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА

Комплексно-механизированный технологический процесс возведения земляного сооружения, состоящий из ряда операций, выполняемых машинами, строится в следующей последовательности:

- определяют условия производства работ;
- предварительно выбирают способ производства работ;
- выбирают средства механизации из имеющихся в парке строительной организации;
- определяют последовательность операций технологического процесса и их взаимосвязи;
- формируют комплекс машин и механизмов;
- определяют показатели комплексно-механизированного процесса;
- определяют эффективность комплексно-механизированного процесса.

## 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Исходными материалами для определения условий построения комплексно-механизированного технологического процесса являются технический проект и рабочие чертежи или техно-рабочий проект по конкретному строительному объекту: топографические планы с указанием рельефа местности, места, отведенные для отвалов грунта и землявозных дорог, профили с геологическими разрезами, картограммы земляных масс, данные инженерно-геологических изысканий, сметы по производству земляных работ. Условия производства земляных работ различны для каждого из процессов, приведенных в п. 1.3. В каждом отдельном случае, прежде чем приступить к построению комплексно-механизированного процесса рекомендуется выявить по исходным материалам условия производства работ, приведенные в табл. 1.

## 4. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ВЫБОР СПОСОБА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

После определения условий выбирается способ производства работ. При этом следует учесть:

технологическую применимость способа в зависимости от грунтовых условий и сезонности работы, фронта работ, параметров земляного сооружения;

наличие в парке строительной организации машин и механизмов, необходимых для осуществления способа.

Таблица I

Условия производства земляных работ, которые должны быть известны для построения комплексно-механизированных технологических процессов

№ п/п	Условия производства работ	Условия, рассматриваемые при построении следующих групп технологических процессов		
		вертикальная планировка строительной площадки	устройство выемок (траншей, котлованов)	возведение насыпей
1	2	3	4	5
1.	Климатическая зона	+	+	+
2.	Сезон производства работ	+	+	+
3.	Группа грунта и его свойства	+	+	+
4.	Наличие водоносных грунтов и их уровни	+	+	+
5.	Наличие поверхностных вод	+	+	+
6.	Характер производства работ: погрузка в транспорт или в отвал, из отвала, в отвал и в транспорт и т.д.	+	+	+
7.	Конфигурация выемки (насыпи) в плане	-	+	+
8.	Проектная глубина и ширина выемки в готовом виде	-	+	-
9.	Высота насыпи, ширина в основании, заданные откосы, длина	-	-	+
10.	Степенность: расстояние до ближайших преград, наличие подходов для машин	+	+	+
11.	Места временного и постоянного складирования грунта	+	+	+
12.	Дальность транспортирования грунта	+	+	+
13.	Места разработки привозного грунта для обратной засыпки	-	-	-
14.	Конструкция оснований насыпей	-	-	+
15.	Необходимость крепления откосов насыпей	-	-	+
16.	Объем разработки и укладки грунта	+	+	+
17.	Объем обратной засыпки и уплотнения грунта	-	-	-
18.	Возможность ведения взрывных работ	+	+	+
19.	Наличие землевозных дорог	+	+	+

Продолжение табл. I

1	2	3	4	5
20.	Места складирования растительного слоя грунта	+	+	+
21.	Условия по рекультивации	+	+	+
22.	Заданный срок выполнения работ	+	+	+

Примечание: знак (+) означает, что данное условие необходимо рассматривать при построении технологического процесса, относящегося к одной из четырех приведенных групп (вертикальная планировка, устройство выемок, возведение насыпи, обратная засыпка и уплотнение); знак (-) означает, что данное условие рассматривать не требуется.

При разработке всех видов траншей основным способом является экскаваторный с применением одноковшового экскаватора или траншейного экскаватора. В условиях городской застройки, целесообразно применение одноковшовых экскаваторов. На разработке магистральных траншей большой протяженности и глубиной до 2,5-3 м рекомендуется применять траншейные экскаваторы.

На вертикальной планировке строительных площадок применимы бульдозерный и скреперный способы работ в зависимости от дальности перемещения грунта. При расстояниях транспортировки более 2 км рекомендуется применять комбинированный способ разработки грунтов, при котором бульдозеры срезают и перемещают грунт на короткие расстояния, а экскаваторы или погрузчики погружают его в автосамосвалы.

При разработке котлованов других выемок больших объемов применимы экскаваторы, скреперный и бульдозерный способы производства работ. Целесообразность применения экскаваторного или скреперного способа определяется при предварительной экономической оценке вариантов. Бульдозерный способ, как правило, применяется в технологическом процессе, в сочетании с экскаваторным или скреперным способами.

Выбор способа подготовки грунта к экскавации (рыхление мерзлого и скального грунта) зависит от свойств грунта, глубины промерзания, фронта работы, местных ограничений по производству вершинных работ, экономической эффективности. Как правило, в стесненных усло-



ниях и на небольших объемах, применяются навесные на экскаваторах рабочие органы для рыхления мерзлых грунтов и крупнообломочных включений в грунтах.

На широком фронте экономически целесообразно применение статических рыхлителей на промышленных тракторах, а в ряде случаев рыхление грунтов взрывным способом.

В тех случаях, когда по технологической применимости возможны различные способы производства работ для возведения земляного сооружения, предпочтение должно быть отдано наиболее выгодному из них по экономическим показателям. Для этого, пользуясь настоящей методикой, должны быть построены комплексно-механизированные процессы производства земляных работ для рассматриваемых различных способов производства работ и определены показатели экономической эффективности для оценки вариантов. Окончательный выбор способа производства работ производится после сравнения показателей вариантов построенных комплексно-механизированных процессов.

В зависимости от принятого способа производства работ определяются подготовительные, основные и заключительные операции, которые надлежит выполнить в данном технологическом процессе.

Индексация операций, за исключением операций, связанных с применением средств гидромеханизации, приведена в приложении I.

## 5. ВЫБОР СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Машины и навесное оборудование для выполнения конкретного технологического процесса выбирают по их технологическим возможностям и экономической эффективности из числа имеющихся в строительной организации, в зависимости от объемов работ, грунтовых и климатических условий, дальности транспортировки грунта.

По показателям технологических возможностей можно определить пригодность машин для выполнения заданной операции по установленным параметрам (глубине выемки, высоте насыпи, крутизне откосов и др.) в конкретных грунтовых и климатических условиях. Технологические возможности машин определяются по данным технологических схем, заводских конструкций по эксплуатации и паспортов машин или по материалам экспериментальных работ.

Экономическую эффективность применения машин характеризуют удельные приведенные затраты на эксплуатацию машин в заданных

условиях, представляющие отношение суммарных приведенных затрат к общему объему земляных работ, выполняемых машинами.

Удельные приведенные затраты на эксплуатацию экскаваторов или бульдозеров определяются по формуле

$$Z_y = \frac{Z}{V} = \frac{C_{м.ч} T_0 + E_H \frac{K_5 \Pi T_0}{T_r}}{V},$$

где  $Z$  - приведенные затраты на весь объем, руб.;  
 $V$  - объем земляных работ, выполняемый машинами, м<sup>3</sup>;  
 $C_{м.ч}$  - себестоимость машиночаса определяется по методике [1];  
 $T_0$  - продолжительность работы машины при выполнении определенного объема, ч.

$$T_0 = \frac{V}{b_{3,4}},$$

где  $b_{3,4}$  - среднечасовая эксплуатационная производительность, м<sup>3</sup>/ч;  
 $K_5$  - коэффициент, учитывающий затраты на доставку машины потребителю и ее монтаж;  
 $\Pi$  - оптовая цена машины, руб.;  
 $T_r$  - количество часов работы машины в году;  
 $E_H$  - нормативный коэффициент эффективности равный 0,15.

$$Z_y = \frac{C_{м.ч}}{V} \frac{V}{b_{3,4}} + E_H \frac{K_5 \Pi \frac{V}{b_{3,4}}}{T_r b_{3,4}} = \frac{C_{м.ч}}{b_{3,4}} + E_H \frac{K_5 \Pi}{T_r b_{3,4}} \quad (1)$$

Удельные приведенные затраты на эксплуатацию скреперов, работающих с толкачами, определяют по формуле

$$Z_y = \frac{C_{м.ч.скр}}{b_{3,4}} + \frac{C_{м.ч.тол}}{b_{3,4} n_{скр}} + E_H \left( \frac{K_5 \Pi_{скр}}{T_r b_{3,4}} + \frac{K_5 \Pi_{тол}}{T_r b_{3,4} n_{скр}} \right), \quad (2)$$

где  $b_{3,4}$  - среднечасовая эксплуатационная производительность скрепера в зависимости от дальности перемещения грунта и дорожных условий;

$n_{скр}$  - количество скреперов.

При определении области применения экскаваторного способа разработки грунтов с учетом транспортных средств, удельные приведенные затраты определяются по формуле

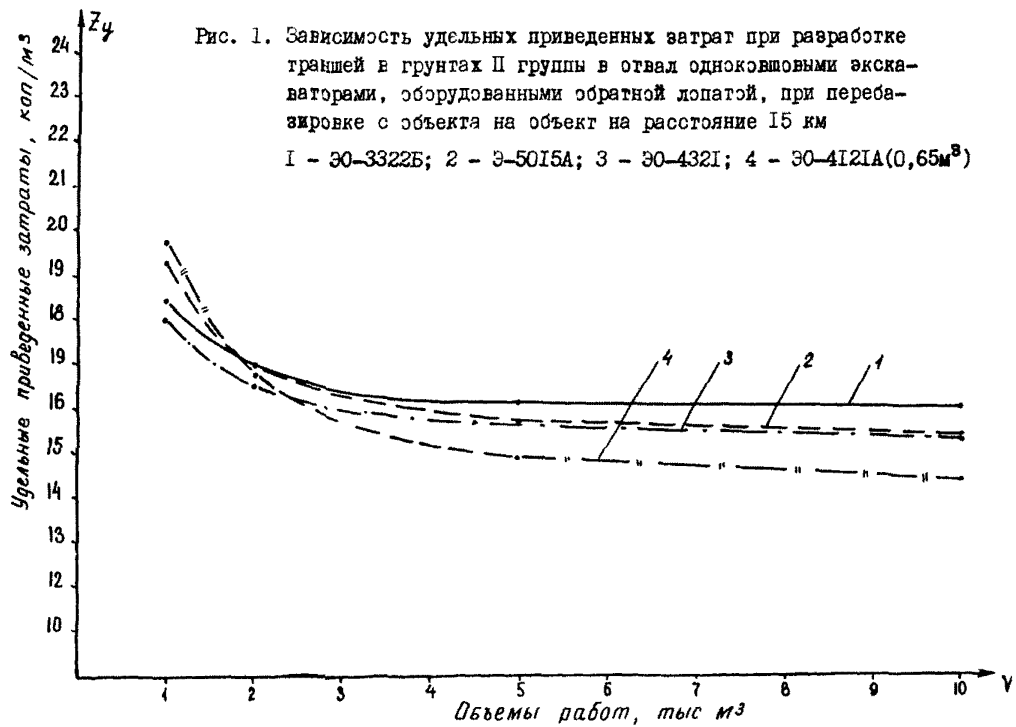
$$Z_y = C_{пер} + \frac{C_{м.ч}}{b_{3,4}} + E_H \frac{K_5 \Pi}{T_r b_{3,4}}, \quad (3)$$

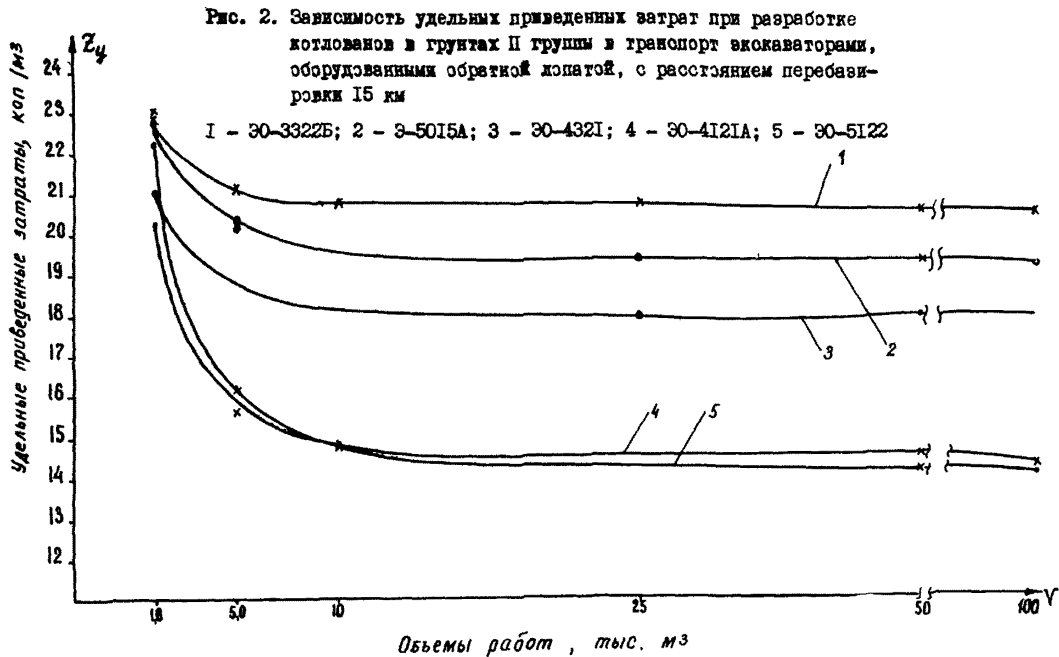
где  $C_{пер}$  - затраты на перевозку грунта автомобилями-самосвалами

$$C_{пер} = P \gamma,$$

где  $\gamma$  - объемная масса грунта, т/м<sup>3</sup>;

$P$  - тариф на перевозку 1 т грунта в зависимости от дальности транспортирования.





### 5.1. Выбор однокорпусных экскаваторов

Технологические возможности однокорпусных гидравлических экскаваторов, выпускаемых экскаваторными заводами и поступающих в строительство приведены в приложении 2, где показаны также технологические возможности сменного навесного оборудования, включая навесные малоты на гидравлических экскаваторах и захватно-клевачные рабочие органы для разрушения малых объемов грунтов со скальными включениями и мерзлых грунтов в стесненных условиях. На основе этих данных в таблице 2 показана применимость рассматриваемых гидравлических экскаваторов для разработки грунтов в выемках.

Удельные приведенные затраты по эксплуатации однокорпусных экскаваторов зависят от объемов работ, группы разрабатываемого грунта и дальности перебазировки. На рис. 1 показаны зависимости удельных приведенных затрат от различных объемов при разработке траншей в грунтах II группы экскаваторами ЭО-432I, Э-50I5A, ЭО-3322Б, ЭО-4I2I (с ковшом  $0,65 \text{ м}^3$ ), оборудованными обратной лопатой, при отсыпке грунта в отвал и расстоянии перебазировки 15 км. Зависимости удельных приведенных затрат при разработке котлованов в грунтах II группы экскаваторами ЭО-432I, Э-50I5A, ЭО-3322Б, ЭО-4I2I ( $0,65 \text{ м}^3$ ), ЭО-4I2I ( $1,0 \text{ м}^3$ ), ЭО-5I22 оборудованными обратной лопатой, при расстоянии перебазировки 15 км, показаны на рис. 2.

На основе выполненных расчетов по определению удельных приведенных затрат на эксплуатацию однокорпусных гидравлических экскаваторов в различных условиях, составлены приложения 3, 4, 5, характеризующие их экономическую эффективность.

Таблица 2

Применимость однокорпусных гидравлических экскаваторов по их технологическим возможностям для разработки грунтов в выемках

Глубина выемки, м	Крутизна откосов, I:m %	Модель экскаватора					
		ЭО-3322А ЭО-3322Б	ЭО-3322В	ЭО-3I2IA Э-50I5A	ЭО-432I	ЭО-4I2I ЭО-4I2IA	ЭО-5I22
применимость экскаваторов							
1	2	3	4	5	6	7	8

Разработка траншей экскаваторами, оборудованными обратной лопатой и рукоятью нормальной длины, при среднем угле поворота стрелы  $70^\circ$  (при минимальной ширине траншей по дну, равной ширине ковша)

До 3	I:I,25	+	+	-	+	-	-
------	--------	---	---	---	---	---	---

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
От 3 до 4	I:I	+	+	+	+	+	+
	I:0,6	+	+	+	+	+	+
	I:0,5	+	+	+	+	+	+
	I:0,25	+	+	+	+	+	+
	I:I,25	-	-	-	-	-	-
	I:I	-	-	-	+	+	-
	I:0,6	-	-	-	+	+	+
	I:0,5	-	-	-	+	+	+
Свыше 5	I:0,25	-	-	-	+	+	+
	I:I,25	-	-	-	-	-	-
	I:I	-	-	-	-	-	-
	I:0,6	-	-	-	-	+	+
	I:0,5	-	-	-	-	+	+
	I:0,25	-	-	-	-	+	+

Разработка выемок в один ярус экскаваторами, оборудованными обратной лопатой и удлиненной рукояткой, и погрузкой грунта в автомобили-самосвалы

До 3	I:I,25	+	+	-	+	+	+
	I:I	+	+	+	+	+	+
	I:0,6	+	+	+	+	+	+
	I:0,5	+	+	+	+	+	+
	I:0,25	+	+	+	+	+	+
До 4	I:I,25	+	-	-	+	-	-
	I:I	+	-	-	+	+	+
	I:0,6	+	-	-	+	+	+
	I:0,5	+	-	-	+	+	+
	I:0,25	+	-	-	+	+	+
Свыше 5	I:I,25	-	-	-	-	-	-
	I:I	-	-	-	+	-	-
	I:0,6	-	-	-	+	+	+
	I:0,5	-	-	-	+	+	+
	I:0,25	-	-	-	+	+	+

Разработка котлованов в один ярус экскаваторами, оборудованными прямой лопатой и погрузка грунта в автомобили-самосвалы

До 3	I:0,5	-	-	-	-	+	+
До 4	I:0,5	-	-	-	-	-	+
Свыше 5	I:0,5	-	-	-	-	-	-

Примечание: знак (+) означает, что по своим технологическим возможностям данный экскаватор применим для разработки выемки с указанными параметрами;  
знак (-) означает, что данный экскаватор не применим.

\* I: m — отношение высоты откоса к его заложению.

При выполнении операций в стесненных местах, связанных с разрушением грунтов, уплотнением обратных засыпок, зачисткой и доводкой поверхностей земляных сооружений, разработкой выемок малых объемов рекомендуется применять сменное рабочее оборудование на гидравлических экскаваторах: грайферы напорные, специальные ковши различных типоразмеров, зачистные устройства, планировочные средства, навесные молоты, захватно-клевальные рабочие органы.

Основные показатели технологических возможностей сменного рабочего оборудования приведены в приложении 2. Навесные молоты рекомендуются для применения на небольших объемах земляных работ и в стесненных условиях для рыхления мерзлых грунтов, крупнообломочных включений в грунтах, негабаритов скальных грунтов, асфальтобетона при вскрытии траншей. Захватно-клевальные рабочие органы рекомендуются для применения также на небольших объемах и в стесненных условиях для рыхления мерзлых и крупнообломочных грунтов. Следует учесть, что в сравнении с навесными молотами применение захватно-клевального рабочего органа может быть в отдельных случаях более эффективным, поскольку он способен работать без снятия ковша.

Для зачистки и доводки дна траншей рекомендуется применять зачистное оборудование конструкции НИИпромстроя. Технологические возможности этого оборудования приведены в приложении 6. Кроме того, для зачистки дна траншей и планировки откосов выемок рекомендуется применять экскаватор ЭО-3322В с полуавтоматической системой управления с двумя видами сменного оборудования: ковшом или отвалом. Технологические возможности этого экскаватора приведены в приложении 7.

Для уплотнения грунтов в стесненных условиях могут применяться сменные уплотняющие плиты к гидравлическим молотам СП-62 или СП-71.

## 5.2. Выбор траншейных экскаваторов

Для разработки траншей большой протяженности в промышленном строительстве, преимущественно для укладки газовых сетей и трубопроводов рекомендуется применять траншейные роторные и цепные экскаваторы.

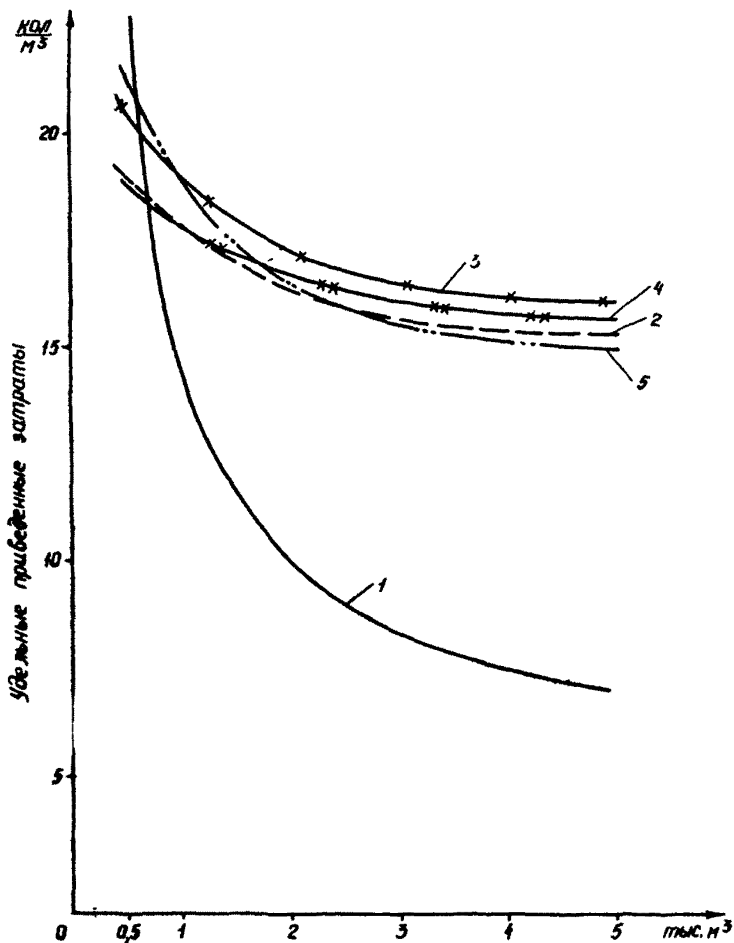


Рис.3. Зависимость удельных приведенных затрат при разработке траншей экскаваторами в грунте II группы

I - Этр-204; 2 - ЭО-432I; 3 - Э-50I5A; 4 - ЭО-3322Б;  
 5 - ЭО-4I2I ( $V_k = 0,65 \text{ м}^3$ )



Технологические возможности роторных экскаваторов ЭТР-134, ЭТР-204, ЭТР-223, ЭТР-253 приведены в приложении 8, а цепных экскаваторов - в приложении 9.

Размеры и профили траншей, отрываемых этими экскаваторами, даны в приложении 10.

В одинаковых условиях работы роторные и цепные экскаваторы эффективнее гидравлических одноковшовых экскаваторов на объемах более 1000 м<sup>3</sup> (4). Это видно на примере зависимостей удельных приведенных затрат (рис. 3).

### 5.3. Выбор скреперов

Скреперный способ разработки грунтов I-III группы и рыхлых грунтов эффективен при выполнении больших объемов работ по возведению насыпей, строительству пламонакопителей и очистных сооружений вертикальной планировке с ограниченной дальностью транспортирования (5). Технологические возможности самоходных и прицепных скреперов в различных условиях приведены в приложении II. Количество скреперов на один толкач выбирается в соответствии с ЕНиР сборник 2 "Земляные работы", выпуск I.

Экономическая эффективность применения скреперов определяется сравнением приведенных удельных затрат при разработке грунтов в выемках и возведении насыпей в разных грунтовых условиях при различных дальностях транспортирования. В приложении I2 приведены данные сравнения удельных приведенных затрат при эксплуатации скреперов ДЗ-13 и Д-357П, а в таблице 3 - их применимость по экономической эффективности в зависимости от объемов разработки грунта и дальности перебазировки.

Таблица 3

Применимость скреперов Д-357П и ДЗ-13  
по экономической эффективности

Объем разрабатываемого грунта, м <sup>3</sup>	Скреперы									
	Д-357П					ДЗ-13				
	дальность перемещения грунта, м									
	300	500	700	1000	1500-2000	300	500	700	1000	1500-2000
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5000	+	+	-	-	$L_{\text{д}} \approx 5 \text{ км}$	-	-	-	+	+

Продолжение табл. 3

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II
7000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
10000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
15000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
25000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
50000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
100000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
$L_{нс} = 15 \text{ км}$										
5000	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
7000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
10000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
15000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
25000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
50000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
100000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
$L_{нс} = 50 \text{ км}$										
5000	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
7000	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
10000	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
15000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
25000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
50000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
100000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+

#### 5.4. Выбор бульдозеров

В табл. 4 показана применимость различных бульдозеров для выполнения операций разработки грунта и планировки в зависимости от вида грунта, объема работ и дальности перемещения грунта. Взамен бульдозеров, указанных в табл. 2 "Руководства по производству земляных работ бульдозерами" (6) приведены модели бульдозеров, выпускаемых заводами в настоящее время.

Таблица 4

Применимость бульдозеров для различных операций земляных работ

№ п/п	Операции	Характеристика грунта	Характеристика выполняемых работ	Объем работ, тыс. м <sup>3</sup>	Дальность перемещения грунта, м	Применяемые бульдозеры на тракторах
1	2	3	4	5	6	7
1.	Разработка плодородного слоя грунта в основаниях сооружений на площади котлованов, траншей, выемок и каналов	Плодородный слой	Глубина до 1 м	До 3	До 40	ДЗ-42 на ДТ-75 ДЗ-54 на Т-100 МЗ
2.	Разработка грунта котлованов и траншей	Грунты I-III группы	То же	3-50	До 70	ДЗ-54 на Т-100 МЗ, ДЗ-27 на Т-130.І.Г.І, ДЗ-101 на Т-4АП2, ДЗ-35 на Т-180
3.	То же	То же	"-	Более 50	До 100 и более	ДЗ-110 на Т-130, ДЗ-118 на ДЭТ-250 М
4.	Разработка грунта дорожных выемок и каналов	"-	"-	До 25 и более	До 100	ДЗ-54 на Т-200 МЗ, ДЗ-101 на Т-4АП2
5.	Возведение дорожных насыпей из боковых резервов	"-	Высота насыпей до 1,5 м	-	До 20	ДЗ-54 на Т-100 МЗ, ДЗ-27 на Т-130.Г.І
6.	Обратная засыпка пазух, траншей и котлованов	"-	Глубина до 3 м	-	До 20	ДЗ-42 на ДТ-75, ДЗ-27 на Т-130Г
			Глубина более 3 м	-	До 20	ДЗ-54 на Т-100 МЗ
7.	Возведение дорожного полотна на склонах	"-	Высота до 5 м	-	-	ДЗ-104 на Т-4АП2, ДЗ-109 на Т-130.І.Г.І
8.	Вертикальная планировка площадей и территорий	"-	Глубина срезки до 1 м	До 5 До 50	До 40 До 100	ДЗ-42 на ДТ-75 ДЗ-54 на Т-100 МЗ, ДЗ-27 на Т-130.І.Г.І, ДЗ-110А на Т-130, ДЗ-35 на Т-180, ДЗ-118 на ДЭТ-250

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7
9.	Планировка поверхностей и откосов выемок насыпей, дамб, плотин, каналов, резервов и т.п.	Грунты I-III группы	Глубина срезки до 0,3 м	-	До 15	ДЗ-42 на ДТ-75, ДЗ-110А на Т-130, ДЗ-54 на Т-100 МЗ
10.	Нарезка уступов в основаниях насыпей на косогорах, в откосах существующих дорожных насыпей при их расширении	То же	-	-	-	ДЗ-104 на Т-4АП2, ДЗ-109 на Т-130.И.Г.И
11.	Устройство кветов и водосточных канав	"-	Глубина разработки 0,4-0,6 м	-	-	ДЗ-42 на ДТ-75, ДЗ-54 на Т-100 МЗ
12.	Устройство въездов на насыпи и въездов из выемок	"-	-	-	До 30	ДЗ-54 на Т-100 МЗ, ДЗ-27 на Т-130.И.Г.И, ДЗ-110 на Т-130
13.	Разработка недоборов в основании котлованов, траншей, выемок и каналов	"-	Глубина до 0,3	-	До 30	ДЗ-42 на ДТ-75, ДЗ-54 на Т-100 МЗ
14.	Разравнивание грунтов в насыпях и отвалах	"-	Послойное выравнивание	-	До 20	ДЗ-42 на ДТ-75, ДЗ-54 на Т-100 МЗ, ДЗ-27 на Т-130.И.Г.И

#### 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ

Последовательность операций технологического процесса и взаимосвязи между ними, определяющие структуру технологического процесса, зависят от условий производства работ (п. 3), способа производства работ и технологических операций (п. 4).

По заданному в календарных днях общему сроку выполнения земляных работ на конкретном строительном объекте (директивному сроку) определяется заданная продолжительность технологического процесса в рабочих днях:

$$T_{д.р}^* = (T_{д} - D_{в}) \cdot \left(1 - \frac{D'_{1}}{T_{д}}\right) \text{ дни,} \quad (4)$$

- где  $T_d$  - директивный срок разработки или возведения земляного сооружения, дни (календарные);  
 $T_{д.р}$  - продолжительность технологического процесса, дни (рабочие);  
 $D_p$  - количество выходных дней;  
 $D'_1$  - количество дней с неблагоприятными метеорологическими условиями.

Зная способ производства работ, средства механизации и заданную продолжительность технологического процесса ( $T_{д.р}$ ) составляют перечень подготовительных, основных и заключительных операций в требуемой технологической последовательности и предварительный график производства работ, на котором отражается во времени весь цикл технологического процесса и порядок выполнения операций: последовательный или последовательно-параллельный, полное или частичное совмещение операций.

Предварительный график производства работ составляется в следующей последовательности:

- на графике перечисляются все требуемые операции (подготовительные, основные и заключительные) с заданными в проектно-сметной документации объемами;
- откладываются отрезки времени частичного выполнения подготовительных операций, без которых не могут быть начаты основные операции:

$$T_{им} = \frac{V_{ч.пог}}{n_1 n_2 t_{см} K_{см}} + (T_{тр_1} + d_{n_1}) n_1 \quad \text{дни}, \quad (5)$$

- где  $V_{ч.пог}$  - объем частичного выполнения подготовительных операций, м<sup>3</sup>;  
 $n_2$  - эксплуатационная производительность машины, занятой на подготовительной операции, м<sup>3</sup>/ч;  
 $n_1$  - количество машин, занятых на подготовительных операциях;  
 $T_{тр_1}$  - продолжительность нахождения в техническом обслуживании и текущем ремонте машины, занятой на подготовительной операции, дни. Определяется по формуле (II);  
 $d_{n_1}$  - средняя продолжительность перебазировки машины, занятой на подготовительной операции, дни;  
 $t_{см}$  - средняя продолжительность рабочей смены, ч;  
 $K_{см}$  - средний коэффициент сменности работы машины.

Как правило, на частичном выполнении подготовительных операций, заняты по одной машине на каждой операции (на корчевке пней, расчистке от кустарников, уборке негабаритных валунов и др.);

в) откладывается продолжительность задела ( $T_{2M}$ ) на основной операции, обеспечивающего начало работы ведущих машин (например, продолжительность задела по рытью мерзлого грунта до начала экскавации):

$$T_{2M} = \frac{V_{3ag}}{P_{32} n_2 t_{cm} K_{cm}} + (T_{TP_2} + d_{n_2}) n_2 \text{ дни}, \quad (6)$$

где  $V_{3ag}$  - объем требуемого задела на основной операции до начала работы ведущей машины,  $m^3$ ;

$P_{32}$  - эксплуатационная производительность машины, занятой на подготовке задела,  $m^3/ч$ ;

$n_2$  - количество машин, занятых на подготовке задела;

$T_{TP_2}$  - продолжительность нахождения в техническом обслуживании и текущем ремонте машины, занятой на подготовке задела, дни. Определяется по формуле (II);

$d_{n_2}$  - средняя продолжительность перебазировки машины, занятой на подготовке задела, дни;

г) откладывается продолжительность завершающего этапа заключительной операции, на котором невозможно совмещение с основной операцией ( $T_{3M}$ ):

$$T_{3M} = \frac{V_3}{P_{33} n_3 t_{cm} K_{cm}} + (T_{TP_3} + d_{n_3}) n_3 \text{ дни}. \quad (7)$$

где  $V_3$  - объем завершающего этапа заключительной операции, где нет совмещения с основной операцией,  $m^3$ ;

$P_{33}$  - эксплуатационная производительность машины, занятой на заключительной операции,  $m^3/ч$ ;

$n_3$  - количество машин, занятых на заключительной операции;

$T_{TP_3}$  - продолжительность нахождения в техническом обслуживании и текущем ремонте машины, занятой на заключительной операции, дни. Определяется по формуле (II);

$d_{n_3}$  - средняя продолжительность перебазировки машины, занятой на заключительной операции, дни;

д) определяется продолжительность основной операции с наибольшим объемом, на которой заняты ведущие машины ( $T_{д.в}$ ):

$$T_{д.в} = T_{д.р} - (T_{1M} + T_{2M} + T_{3M}) \text{ дни}; \quad (8)$$

е) откладывается отрезок времени выполнения основной операции с наибольшим объемом (указывается ее начальная и конечная границы), на которой заняты ведущие машины.

Предварительный график производства работ позволяет приступить к формированию комплекса машин и механизмов. При этом необ-

ходимо выполнить условие обеспечения непрерывности работы ведущих машин, имея ввиду, что все другие операции должны быть совмещены по времени с основной операцией, на которой выполняется наибольший объем в данном технологическом процессе.

Рассмотрим комплексно-механизированный процесс разработки котлована, для которого характерны следующие основные условия: работы производятся в немерзлых грунтах III группы по трудности разработки экскаваторами; на поверхности и на всю глубину разработки котлована встречается до 30% крупнообломочных включений, в том числе до 10% негабаритных валунов; растительный слой должен быть срезан и уложен в резерв на расстоянии 200 м от борта котлована; глубина котлована достигает 10 м; разработанный грунт транспортируется в отвал на расстояние 1,5 км; на отвале требуется разравнивание грунта; на дне котлована имеются местные выемки под фундаментом оборудования; уплотнения грунта не требуется; дно котлована и его местных выработок должно быть подсыпано песком; на отвале должна быть произведена рекультивация. Общая продолжительность технологического процесса не должна превышать 40 рабочих дней.

В соответствии с указанными основными условиями технологического процесса и объемами операций, принятыми в проектно-сметной документации, составляется предварительный график технологического процесса с последовательно-параллельным и совмещенным выполнением операций (рис. 4). К подготовительным операциям отнесены: уборка бульдозером негабаритных валунов и камней (П4), срезка тем же бульдозером растительного слоя грунта (П7), его перемещение (П8) на расстояние 200 м и укладка (П9) в резерв, планировка поверхности (П11) и устройство въездов (П17) для землеройных машин. Операции П7, П8, П9, а также П11 и П17 совмещены между собой.

К основным операциям отнесены: разработка грунта с погрузкой в транспорт на верхнем уступе (О3), транспортировка грунта в отвал (О11), разравнивание грунта на отвале (О25) и планировка (О30) его откосов, разработка грунта с погрузкой в транспорт (О5) на нижнем уступе, дробление негабаритных включений (О7), разработка недоборов на дне котлована (О17) и в труднодоступных местах (О19), разработка местных выемок (О20), зачистка дна котлована (О22), зачистка вертикальных стенок и дна местных выемок (О23), подсыпка песком дна котлована (О24).

К заключительным операциям отнесены: перемещение растительного слоя грунта из резерва (З01), укладка его (З02) и разравнивание (З03).

Индекс опера- ций	Единица измере- ния	Объем операции	Ра б о ч														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			Подготов														
П4	100 м <sup>2</sup>	320,0	[График: закрашенные клетки с 1 по 3]														
П7	100 м <sup>2</sup>	320,0	[График: закрашенные клетки с 1 по 3]														
П8	1000 м <sup>3</sup>	44,0	[График: закрашенные клетки с 1 по 3]														
П9	1000 м <sup>3</sup>	44,0	[График: закрашенные клетки с 1 по 3]														
П11	100 м <sup>2</sup>	320,0	[График: закрашенные клетки с 1 по 3]														
П17	1000 м <sup>3</sup>	6,0	[График: закрашенные клетки с 1 по 3]														
			О с н о в														
О3	1000 м <sup>3</sup>	118,0	[График: закрашенные клетки с 4 по 15]														
О11	1000 м	118,0	[График: закрашенные клетки с 4 по 15]														
О25	1000 м <sup>3</sup>	18,0	[График: закрашенные клетки с 4 по 15]														
О30	1000 м <sup>2</sup>	22,0	[График: закрашенные клетки с 4 по 15]														
О5	1000 м <sup>3</sup>	96,0	[График: закрашенные клетки с 4 по 15]														
О7	1000 м <sup>3</sup>	38,0	[График: закрашенные клетки с 4 по 15]														
О17	1000 м <sup>3</sup>	22	[График: закрашенные клетки с 4 по 15]														
О19	1000 м <sup>3</sup>	1,6	[График: закрашенные клетки с 4 по 15]														
О20	1000 м <sup>3</sup>	3,1	[График: закрашенные клетки с 4 по 15]														
О22	1000 м <sup>3</sup>	0,7	[График: закрашенные клетки с 4 по 15]														
О23	1000 м <sup>3</sup>	0,2	[График: закрашенные клетки с 4 по 15]														
О24	1000 м <sup>3</sup>	0,3	[График: закрашенные клетки с 4 по 15]														
			З а к л ю ч														
З01	1000 м	480,0	[График: закрашенные клетки с 16 по 30]														
З02	1000 м <sup>3</sup>	320,0	[График: закрашенные клетки с 16 по 30]														
З03	1000 м <sup>3</sup>	320,0	[График: закрашенные клетки с 16 по 30]														

Рис.4. Предварительный график

		д н и																																					
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40													
		ительные операции																																					
		[График: закрашенные клетки с 16 по 30]																																					
		ные операции																																					
		[График: закрашенные клетки с 16 по 30]																																					
		ительные операции																																					
		[График: закрашенные клетки с 16 по 30]																																					

производства работ



Наибольшей продолжительностью отличаются две основные операции: разработка грунта на верхнем уступе (03) и на нижнем уступе (05). Сумма их продолжительностей не должна превышать общую продолжительность процесса, то есть 40 рабочих дней. В то же время разработка грунта (03) не может быть начата до окончания подготовительной операции по уборке негабаритных валунов и камней (П4), частичной срезки растительного слоя грунта (П7) и планировки (П1), устройства въездов (П17). Для выполнения этих работ одним бульдозером требуется 3 рабочих дня. После разработки грунта на нижнем уступе (05) должно остаться время на частичное выполнение операций по разработке местных выемок (020), зачистке дна и стенок (022, 023) и подсыпке (024). Для выполнения этих операций требуется 3 рабочих дня.

Поэтому начало операции 03 назначается позже начала процесса на 3 рабочих дня, а окончание операции 05 назначается на 3 рабочих дня раньше окончания процесса. Суммарная продолжительность обеих операций составит 34 рабочих дня. Все остальные операции должны быть совмещены.

Таким образом, предварительный график производства работ позволяет определить только внешние границы продолжительностей операций, регламентирующих структуру технологического процесса. Продолжительности других операций, параллельных и совмещенных, определяются при формировании комплекса машин с известными производительностями. Предварительный график производства работ раскрывает структуру процесса и служит заданием для формирования комплексного механизированного процесса.

## 7. ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

В каждом комплексе машин определяется ведущая машина. Как правило, ведущей является та машина, которая должна выполнить наибольший объем разработки грунта. Наиболее часто ведущей машиной является экскаватор или скрепер. В тех случаях, когда требуется рытьление всего объема разрабатываемого грунта (например, при разработке мерзлого грунта на всю глубину выемки или при разработке грунтов со сплошными прочными включениями) ведущей машиной может быть рыльщик или другая машина, обеспечивающая фронт для экскавации. Остальные дополнительные машины, включаемые в комплекс, должны обеспечить непрерывность работы ведущей машины (без простоев). Для этого необходимо определить минимальное количество машин, требуемых для выполнения объемов по каждой

операции в отдельности.

При формировании комплекса должны быть известны:

заданная общая продолжительность технологического процесса

( $T_{д.р}$ );

выбранные машины для каждой операции в отдельности;

объемы работ по каждой операции в отдельности.

7.1. Определение количества машин, участвующих в составе комплекса.

Количество ведущих машин ( $n_g$ ) равно

$$n_g = \frac{V_{on.b}}{P_{зв} T_{м.в}}, \quad (9)$$

где  $V_{on.б}$  - суммарный объем операции, выполняемой одинаковыми ведущими машинами,  $м^3$ ;

$P_{зв}$  - эксплуатационная производительность ведущей машины,  $м^3/ч$ ;

$T_{м.в}$  - возможная продолжительность работы одной из ведущих машин в течение установленного для данной операции срока, маш.-ч.

$$T_{м.в} = T_{зв} t_{см} K_{см} - D_{тр.в} t_{см} K_{см} T_{м.в} - d_{пв} t_{см} K_{см}$$

Откуда:

$$T_{м.в} = \frac{(T_{зв} - d_{пв}) t_{см} K_{см}}{1 + D_{тр.в} t_{см} K_{см}}, \quad (10)$$

где  $T_{зв}$  - заданная продолжительность для основной операции, выполняемой ведущей машиной, взятая из предварительного графика работ (рис. 1), дни;

$t_{см}$  - средняя продолжительность рабочей смены, ч;

$K_{см}$  - средний коэффициент сменности работы машины;

$d_{пв}$  - средняя продолжительность перебазировки ведущей машины, дни;

$D_{тр.в}$  - продолжительность нахождения ведущей машины в техническом обслуживании и текущем ремонте, дни/маш.-ч.

Для ведущей и дополнительных машин, участвующих в комплексе, продолжительность пребывания в техническом обслуживании и ремонтах определяется в соответствии с "Рекомендациями по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин":

$$D_{тр} = \frac{\left[ \left( \frac{T_p}{t_{o1}} - \frac{T_p}{t_{e2}} \right) d_{o1} + \left( \frac{T_p}{t_{o2}} - \frac{T_p}{t_{rp}} \right) d_{o2} + \left( \frac{T_p}{t_{rp}} - 1 \right) d_{rp} \right] K_ч}{T_p} \text{ дни/маш.-ч.} \quad (11)$$

где  $T_p$  - средний ресурс до первого капитального ремонта, маш.-ч;

$t_{01}, t_{02}, t_{TP}$  - периодичность технического обслуживания (ТО) или текущего ремонта (ТР), маш.-ч;  
 $d_{01}, d_{02}, d_{TP}$  - продолжительность пребывания машины в едином ТО, ТР, дни;

$K_y$  - коэффициент перевода мото-часа в маш.-ч.

Зная количество ведущих машин ( $n_g$ ) определяют количество дополнительных машин, участвующих в комплексе. Могут быть различные случаи взаимодействия ведущих и дополнительных машин, но для всех случаев остается постоянным главное условие - максимальное обеспечение непрерывности выполнения операции ведущими машинами.

В тех случаях, когда весь объем грунта, разрабатываемый ведущими машинами, должен быть предварительно подготовлен, количество дополнительных машин, обеспечивающих непрерывную работу ведущих машин, рассчитывается на весь объем ведущей операции. При этом должно быть соблюдено условие:

$$n_g \Pi_{3в} T_{мв} = n_{g1} \Pi_{3г1} T_{mg1}$$

откуда:

$$n_{g1} = \frac{n_g \Pi_{3в} T_{мв}}{\Pi_{3г1} T_{mg1}}, \quad (12)$$

где  $n_{g1}$  - количество дополнительных машин, выполняющих операцию подготовки грунта для экскавации;

$\Pi_{3г1}$  - эксплуатационная производительность дополнительных машин;

$T_{mg1}$  - возможная продолжительность работы одной из дополнительных машин, дни:

$$T_{mg1} = \frac{(T_{gb} - d_{ng1}) t_{cm} K_{cm}}{1 + D_{TPg1} t_{cm} K_{cm}},$$

где  $d_{ng1}$  - средняя продолжительность перебазировки дополнительной машины, дни;

$D_{TPg1}$  - продолжительность нахождения ведущей машины в техническом обслуживании и текущем ремонте, дни/маш.-ч. Определяется по формуле (11).

Пользуясь формулой (12) определяют, например, количество рыхлителей для рыхления сплошного массива крупнообломочных грунтов, для рыхления вечномерзлых грунтов, количество бульдозеров для сплошного разравнивания при обратных засыпках и др.

В тех случаях, когда дополнительные машины находятся на объекте на протяжении всего технологического процесса, то есть в течение всего директивного срока, но работают с простоями по технологическим условиям, их количество ( $n_{g2}$ ) равно:

$$n_{g2} = \frac{V_{g2}}{\Pi_{3г2} T_{mg2}}, \quad (13)$$

где  $V_{g_2}$  - суммарный объем, выполняемый дополнительными машинами, включая необходимый задел до начала работы ведущих машин и дополнительный объем по технологическим условиям (например, по условиям смерзаемости при разработке сезонномерзлых грунтов, по условиям работы в стесненных местах, по условиям обеспечения безопасности работы), м<sup>3</sup>;

$T_{mg_2}$  - возможная продолжительность работы одной из дополнительных машин, маш.-ч:

$$T_{mg_2} = (T_{gp} - T_{trg_2} - d_{ng_2} - T_{trpg_2}) t_{cm} K_{cm},$$

$$T_{mg_2} = T_{gp} t_{cm} K_{cm} - D_{trpg_2} t_{cm} K_{cm} - T_{trpg_2} - d_{ng_2} t_{cm} K_{cm} - T_{trpg_2},$$

$$T_{mg_2} = \frac{(T_{gp} - d_{ng_2}) t_{cm} K_{cm} - T_{trpg_2}}{1 + D_{trpg_2} t_{cm} K_{cm}}, \quad (14)$$

где  $T_{trpg_2}$  - продолжительность технологических простоев дополнительной машины, ч;

$d_{ng_2}$  - средняя продолжительность перебазировки дополнительной машины, дни;

$D_{trpg_2}$  - продолжительность нахождения машины в техническом обслуживании и текущем ремонте, дни/маш.-ч, определяется по формуле (II);

$T_{trp_2}$  - то же, дни.

В тех случаях, когда дополнительные машины выполняют операции с заданными объемами, продолжительность которых меньше общей продолжительности технологического процесса, должен быть установлен свой срок пребывания этих машин на объекте ( $T_{g_3}$ ), исходя из расчета

$$T_{g_3} = \frac{V_{g_3}}{\Pi_{g_3} \Pi_{g_3} t_{cm} K_{cm}} + (T_{trpg_3} + d_{ng_3}) n_{g_3}, \quad (15)$$

где  $V_{g_3}$  - объем, выполняемый дополнительной машиной, м<sup>3</sup>;

$\Pi_{g_3}$  - эксплуатационная производительность дополнительной машины, м<sup>3</sup>/ч;

$T_{trpg_3}$  - продолжительность нахождения машины в техническом обслуживании и текущем ремонте, дни. Определяется по формуле (II);

$d_{ng_3}$  - средняя продолжительность перебазировки дополнительной машины, дни;

$n_{g_3}$  - подбирается из условия: 
$$\begin{cases} \eta_{g_3} \geq 1 \\ \eta_{g_3} < \frac{1}{T_{gp}} \end{cases}$$

## 7.2. Определение количества автомобилей-самосвалов для транспортировки грунта

При условии равномерной и полной загрузки экскаватора и автомобиля-самосвала количество автомобилей-самосвалов определяется по формуле

$$N = \frac{T_{ц.э}}{T_{поз}}$$

где  $T_{ц.э}$  - время одного цикла автомобиля-самосвала, ч;

$T_{поз}$  - время погрузки автомобиля-самосвала, ч;

Время одного цикла автомобиля-самосвал. определяется по формуле

$$T_{ц.э} = T_{тр} + T_{поз},$$

$$T_{тр} = \frac{2L}{V_{ср}} + T_{раз} + T_{ман} + T_{ожид}$$

где  $L$  - дальность перемещения грунта, км;

$V_{ср}$  - средняя техническая скорость движения автомобиля-самосвала, км/ч;

$T_{раз}$  - время на разгрузку автомобиля-самосвала, ч;

$T_{ман}$  - время на маневры в связи с подачей автомобиля-самосвала под погрузку или разгрузку, ч;

$T_{ожид}$  - среднее время ожидания транспортных средств в местах погрузки и разгрузки, ч.

Время погрузки одного автомобиля-самосвала определяется по формуле

$$T_{поз} = n T_{ц.э}$$

где  $T_{ц.э}$  - продолжительность одного цикла работы экскаватора, ч;

$n$  - количество ковшей, необходимое для загрузки автомобиля-самосвала:

$$n = \frac{Q}{\gamma q_k K_n K_p}$$

где  $Q$  - грузоподъемность автомобиля-самосвала, т;

$\gamma$  - объемная масса грунта, т/м<sup>3</sup>;

$q_k$  - геометрическая емкость ковша, м<sup>3</sup>;

$K_n$  - коэффициент наполнения ковша;

$K_p$  - коэффициент разрыхления грунта.

Продолжительность цикла работы экскаватора определим через эксплуатационную производительность (по ЕНП) экскаватора:

$$B_{э.ч} = \frac{K_n q_k K_p}{T_ч}, \quad T_ч = \frac{K_n q_k K_p}{B_{э.ч}}$$

Подставив значения  $n$  и  $T_ч$  в формулу ( $T_{поз}$ ), получим

$$T_{\text{ноз}} = \frac{Q K_p K_n q_k}{\gamma q_k K_n K_p v_{34}} = \frac{Q}{\gamma v_{34}}.$$

Тогда формула определения количества автомобилей-самосвалов для транспортировки грунта, разработанного экскаватором будет иметь вид

$$N = \frac{\frac{2L}{v_{cp}} + T_{\text{раз}} + T_{\text{ман}} + T_{\text{ожуг}} + \frac{Q}{\gamma v_{34}}}{\frac{Q}{\gamma v_{34}}} = \frac{(\frac{2L}{v_{cp}} + T_{\text{раз}} + T_{\text{ман}} + T_{\text{ожуг}} + \frac{Q}{\gamma v_{34}}) \gamma v_{34}}{Q}. \quad (16)$$

Продолжительности  $T_{\text{раз}}$ ,  $T_{\text{ман}}$ ,  $T_{\text{ожуг}}$  зависят от условий работы на конкретном объекте. Их суммарное среднее значение может быть принято для расчетов равным 5 мин.

Грузоподъемность  $Q$  автомобилей-самосвалов выбирают в зависимости от емкости ковша и дальности транспортировки по данным таблицы 6 СНиП III-8-76 "Земляные сооружения".

### 7.3. Определение состава комплекса машин

Определив количество машин, занятых в данном комплексно-механизированном процессе по каждой операции в отдельности формируются варианты комплекса машин (форма I) для последующей оценки его экономической эффективности.

Время пребывания машины на объекте, принимаемое при расчете эффективности равно:

для ведущих машин - продолжительности выполняемых ими операций ( $T_{g,6}$ );

для дополнительных машин, работающих одновременно с ведущими машинами - продолжительности операции, выполняемой ведущими машинами ( $T_{g,6}$ );

для дополнительных машин, находящихся на объекте и работающих с простоями - производительности выполнения всего технического процесса ( $T_{gp}$ );

для других дополнительных машин - продолжительности  $T_{g3}$ , найденной по формуле (15).

## Состав комплекса машин

Операции техно- логического процесса	Марка машины и навесного оборудования	Продолжитель- ность пребы- вания машины на объекте, дни	Количество ма- шин и навесных механизмов, шт.
--	---	---	---

Для корректной оценки экономической эффективности могут быть указаны дробные количества машин в составе комплекса, полученные в результате расчетов. При разработке технологической карты или ПНР необходимо окончательно решить вопрос о сроках отправки той или другой машины с объекта. Например, из проведенного расчета следует, что для операции перемещения грунта требуется в течение установленного срока использовать 1,7 бульдозера ДТ-75. При разработке технологической карты должно быть предусмотрено пребывание одного бульдозера в течение всего заданного срока, а второй бульдозер, выполнив около 40% от общего объема данной операции, должен быть раньше отправлен с данного строительного объекта.

## 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА

Комплексно-механизированный процесс производства земляных работ характеризуется следующими показателями:

продолжительностью производства всех работ по возведению земляного сооружения;

общей трудоемкостью всех операций и отдельно трудоемкостью ручных операций;

удельными приведенными затратами на единицу продукции ( $1 \text{ м}^3$  разработанного грунта).

8.1. Продолжительность комплексно-механизированного процесса

Продолжительность комплексно-механизированного процесса ( $T_{кмп}$ ) равна или меньше установленной продолжительности технологического процесса.

$$T_{кмп} \leq T_{д.р}$$

Пользуясь графиком (рис. I) определяют продолжительность комплексно-механизированного технологического процесса:

$$T_{кмп} = T_{д.в} + T'_n + T'_z,$$

где  $T_d$  в - продолжительность работы ведущей машины, дни;

$T'_n$  - время, необходимое для подготовки фронта работы ведущей машины, дни;

$T'_z$  - время, необходимое для завершения заключительных операций после окончания работы ведущей машины, дни.

### 8.2. Трудоемкость комплексно-механизированного процесса

Общая трудоемкость всех операций по возведению земляного сооружения, выраженная в чел.-днях или чел.-сменах ( $\sum z$ ), равна сумме затрат труда на выполнение работ с помощью средств механизации, включенных в комплекс, затрат за время нахождения средств механизации на данном объекте в технологических простоях, а также затрат труда на ручные работы.

$$\sum z = \sum_{i=1}^n (z_{mi} + z_{pi}) + \sum z_p, \quad (17)$$

где  $z_{mi}$  - затраты труда на выполнение операций одной машиной;

$z_{pi}$  - затраты труда за время технологических простоев машины;

$z_p$  - затраты ручного труда.

### 8.3. Удельные приведенные затраты на единицу продукции

Удельные приведенные затраты на единицу продукции равны отношению суммы всех затрат в руб. к общему объему выполненных земляных работ:

$$Z_y = \frac{Z_p + C'_{пер} + \sum_{i=1}^n C_{mzi} T_{oi} + E_H \sum Z_{ki}}{V_o}, \quad (18)$$

где  $Z_p$  - затраты на заработную плату рабочих, занятых ручным трудом, руб.

$$Z_p = K_{нз} K_p \lambda C_p z_{pp},$$

где  $K_{нз}$  - коэффициент, учитывающий накладные расходы,  $K_{нз} = 1,3$ ;

$K_p$  - поправочный коэффициент к тарифной ставке;

$\lambda$  - коэффициент, учитывающий премии,  $\lambda = 1,25$ ;

$C_p$  - часовая тарифная ставка  $i$ -го разряда рабочего, руб.;

$z_{pp}$  - трудоемкость выполнения ручных работ, чел.-ч;

$C'_{пер}$  - затраты на перевозку грунта автомобильным транспортом, руб.

$$C'_{пер} = P_a B,$$

где  $P_a$  - тариф на перевозку грунта согласно прейскуранту № 13-01-01, руб./т;



$B$  - объем перевозок, т.км.

Капитальные затраты на средства механизации, занятые в данном технологическом процессе:

$\sum_{i=1}^n C_{M2i} T_{0i}$  - затраты на эксплуатацию средств механизации, занятых

в данном технологическом процессе на выполнении операций, руб.;

$C_{M2i}$  - себестоимость одного маш.-ч эксплуатации  $i$ -ой машины комплекса, руб.;

$T_{0i}$  - продолжительность пребывания  $i$ -ой машины на данном объекте, маш.-ч;

$E_n$  - нормативный коэффициент эффективности;

$Z_{кл}$  - капитальные затраты на  $i$ -ю машину, занятую в технологическом процессе.

## 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА

Эффективность комплексно-механизированного технологического процесса производства земляных работ определяется сравнением удельных приведенных затрат; трудоемкости и продолжительности работ (п. 8) для применяемого варианта комплекса машин и для комплекса-аналога.

Эффективность комплексно-механизированного процесса по удельным приведенным затратам равна:

$$\mathcal{E}_{\text{кмп}} = Z_{ya} V_a - Z_y V,$$

где  $Z_{ya}, Z_y$  - удельные приведенные затраты для комплекса-аналога и применяемого комплекса, руб./м<sup>3</sup>;  
 $V_a, V$  - объем земляных работ для комплекса-аналога и применяемого комплекса, м<sup>3</sup>.

Для оценки нескольких вариантов комплексов машин рекомендуется использовать методику и программу определения экономической эффективности [2], разработанную ЦНИИОМПИ.

## 10. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Технологическая карта разрабатывается на основе определяющей структуры технологического процесса и расчетов по формиро-

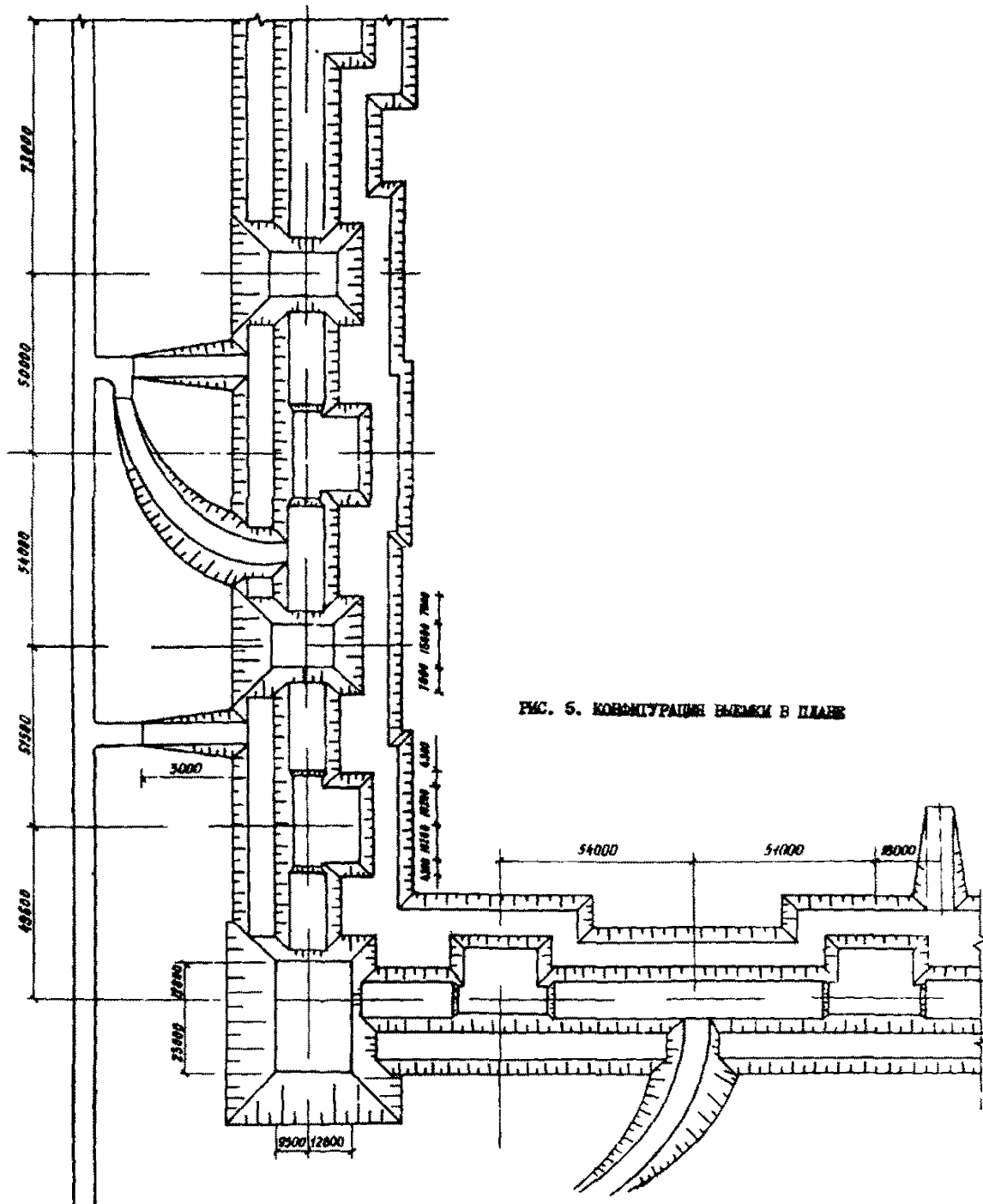


FIG. 5. КОМБИНИРОВАННЫЕ ЕМКОСТИ В ПЛАНЕ

ванию рационального комплекса машин в соответствии с настоящими методическими рекомендациями.

Состав технологической карты комплексно-механизированного технологического процесса должен соответствовать, в основном, указаниям "Руководства по разработке типовых технологических карт в строительстве" [7]. Отдельные уточнения связаны со спецификой производства земляных работ. Технологическая карта должна содержать следующие разделы:

- область применения технологической карты (для каких видов земляных сооружений, параметры сооружений, группы грунта и др.);
- формирование комплекса машин и механизмов (в соответствии с п. 7 настоящей методики);
- организация и технология процесса;
- график производства работ;
- калькуляция затрат труда;
- показатели эффективности технологического процесса;
- материально-технические ресурсы, необходимые для выполнения технологического процесса (на весь объем работ);
- указания по технике безопасности при производстве работ.

При выполнении разделов по организации и технологии процесса и составлению графика производства работ уточняется окончательный состав машин и механизмов, участвующих в комплексе.

Для определения экономической эффективности принятого варианта комплекса машин [3] принимается в качестве аналога комплекс машин, предложенный в проектно-сметной документации или другой вариант комплекса, составленный из машин, имеющихся в парке строительной организации и применимый для выполнения заданного технологического процесса.

#### Пример I

Пример построения комплексно-механизированного технологического процесса разработки котлована в мерзлых грунтах I группы

#### I. Определение условий производства работ.

- I.1. Климатическая зона - 4.
- I.2. Сезон производства работ - летний.
- I.3. Вид грунта и его особенности - супеси, легкие суглинки.
- I.4. Наличие грунтовых вод - низкое стояние грунтовых вод в летний период (на отметке -15,0).

- I.5. Характер производства работ - разработка грунта в котловане с транспортированием его на расстояние в отвал.
- I.6. Конфигурация выемки в плане - рис. 5.
- I.7. Глубина и ширина выемки в готовом виде - глубина - 4,8, II м; ширина по дну - 19 м; ширина по верху - 48,5 м; длина 465 м.
- I.8. Стесненность сооружений:  
широкий фронт работ на первом и втором уровнях на отметке - 8,0; маленькие котлованы глубиной от I до 3 м.
- I.9. Место возведения сооружений - за городом, на открытом месте, площадка строящегося промышленного комплекса.
- I.10. Места временного и постоянного складирования грунта - разработанным грунтом засыпается овраг.
- I.11. Дальность транспортирования грунта - 1 км.
- I.12. Условия по сохранению растительного слоя - растительный слой убран в период проведения вертикальной планировки всей строительной площадки промышленного комплекса.
- I.13. Условия по точности и чистоте поверхностей - по гребованиям СНиП III-8-76.
- I.14. Наличие землеводных дорог - дороги имеются.
- I.15. Объемы работ - 132580 м<sup>3</sup>.
- I.16. Заданный срок строительства - 90 календарных дней.
- I.17. Сметная документация - см. стр. 42.

2. Выбор способа производства работ и определение технологических операций.

Как видно из условий производства работ котлован необходимо выполнять с полками на отметке -4,0. На дне котлована на отметке -8,0 необходимо выполнять прямки, отдельно стоящие котлованы глубиной от I до 3 м. Поэтому целесообразно вести работы в 3 этапа.

Для производства работ применяем экскаваторный способ.

В данном технологическом процессе намечается выполнить следующие технологические операции (в соответствии с приложением I к методическим рекомендациям):

- 03-017 - разработка грунта I-го яруса и устройство съездов;
- 04-017 - разработка грунта 2-го яруса, устройство съездов;
- 05 - разработка котлованов, прямков;
- 011 - транспортирование грунта;
- 025 - разравнивание грунта на отвале;
- 022 - зачистка дна котлованов, прямков;
- III - планировка поверхности подок, дна котлована на отметке -8,0, углубление съездов.

### 3. Выбор средств механизации.

3.1. Определяем объемы работ на каждой операции. На рис. 6 приведены технологические операции и объемы работ.

По технологическим возможностям (приложение 2) из числа экскаваторов, имеющихся в строительной организации, можно использовать на разработке I и 2-го ярусов экскаваторы ЭО-432Г, ЭО-4Г2ГА, ЭО-5Г22. По экономическим показателям более эффективным является экскаватор ЭО-5Г22.

Для разработки котлованов и приямков по технологическим возможностям могут быть применены экскаваторы ЭО-3322Б и ЭО-3322В.

При этом экскаватор ЭО-3322В одновременно с разработкой может зачистить дно котлованов и приямков, поэтому выбираем экскаватор ЭО-3322В.

Для выполнения работ по планировке полов, съездов, поддержания землевозных дорог внутри котлована в процессе его разработки принимаем бульдозер ДЗ-54 на тракторе Т-100.

Для разравнивания грунта на отвале по технологическим возможностям допустимо применение бульдозеров ДЗ-54 или ДЗ-27.

Окончательный выбор марки бульдозера для указанных целей будет произведен при формировании комплекса машин, так как он должен быть согласован по производительности с ведущей машиной.

Для транспортирования грунта от экскаватора ЭО-5Г22 принимаем автомобиль-самосвал грузоподъемностью 12 т - КраЗ-256 Б, а от экскаватора ЭО-3322В - автомобиль-самосвал грузоподъемностью 5 т (ЗИЛ-ММЗ-555).

### 4. Последовательность операций технологического процесса и их взаимосвязи.

Исходя из выявленных условий производства работ, намеченных операций и их объемов строим предварительный график производства работ (рис. 6).

Для этого:

перечисляем все требуемые операции и их объемы;

определяем заданное количество рабочих дней для всего технологического процесса:

$$T_{д.р} = (T_{д} - D_{в}) \left(1 - \frac{D_{1}}{T}\right),$$

где  $T_{д}$  - директивный срок разработки или возведения земляного сооружения, дни (календарные);

$D_{в}$  - количество выходных дней;

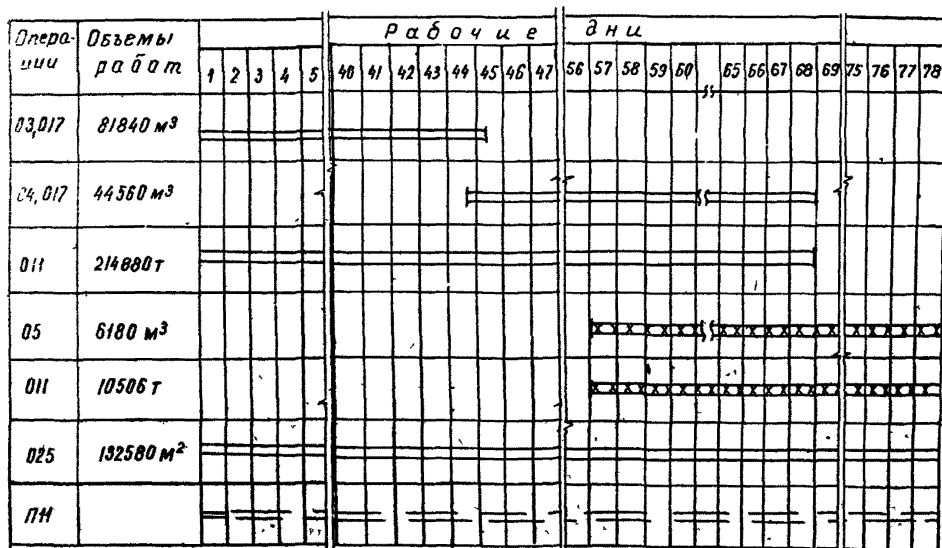


Рис. 6. Предварительный график производства работ при разработке  
котлована в мерзлых грунтах I группы.

$D_1^f$  - количество дней с неблагоприятными метеорологическими условиями;  
 $T_{д.р} - (90-12)(1 - \frac{90}{90}) = 78$  дней.

Прикинем  $D_1^f = 0$  в связи с тем, что работы выполняются в летнее время.

На графике откладывает отрезок времени на выполнении заключительных операций.

Заключительной операцией является разработка местных котлованов с зачисткой их дна и прямиков на отметке -8,0 экскаватором 30-3322В.

$$T_{д.р} = \frac{V}{\Pi_3 K_{см} t_{см}} (I + D_{пр}) + d_n = \frac{6140}{24 \cdot 7,59 \cdot 1,7} (1 + 0,005) + 1 = 21 \text{ день}$$

или 271,7 маш.-ч.

$$\text{где } \frac{[(\frac{7690}{60} - \frac{7690}{240}) \cdot 0,2 + (\frac{7690}{240} - \frac{7690}{960}) \cdot 0,6 (\frac{7690}{960} - 1)]}{7690} \cdot 8 \cdot 0,45 =$$

$$= 0,005 \text{ дн/маш.-ч.}$$

$$d_n = 1 \text{ день; } K_{см} = 1,7; t_{см} = 7,59 \text{ ч.}$$

На графике обозначаем границы работы экскаватора 30-5122.

Экскаватор 30-5122 может начать работу с I-го дня (начальная граница).

Исходя из условий разработки данного котлована экскаватор 30-5122 должен закончить свою операцию раньше директивного срока с тем, чтобы обеспечить экскаватору 30-3322В и автомобилям-самосвалам ЗИЛ-ММЗ-555, работающим с ним, необходимый съезд, то есть экскаватор 30-5122 должен выйти из котлована на заключительном этапе в тот момент, когда экскаватору 30-3322В осталось доработать 50% своего объема или на 10 дней раньше. Это является конечной границей для экскаватора 30-5122.

##### 5. Формирование комплекса машин.

5.1. Определение количества машин, участвующих в комплексе.

Ведущей машиной в данном комплексе является экскаватор 30-5122, так как этой машиной выполняется основной объем работ.

5.1.1. Количество ведущих машин равно  $n_b = \frac{V_{он}}{\Pi_3 T_{мс}}$ ,

где  $V_{он}$  - суммарный объем, выполняемый ведущей машиной, равен 126400 м<sup>3</sup>;

$\Pi_3$  - эксплуатационная производительность экскаватора 30-5122 с ковшом 1,6 м<sup>3</sup> при разработке грунтов I группы при работе в транспорт - 84,2 м<sup>3</sup>/ч;

$T_{м.б}$  - возможная продолжительность работы одной из ведущих машин в течение установленного для данной операции срока равна:

$$T_{м.б} = \frac{(68 - 1) \cdot 1,7 \cdot 7,59}{1 + 0,0067} = 858,7 \text{ маш.-ч.}$$

$$= 0,45 \left[ \left( \frac{10000}{100} - \frac{10000}{500} \right) 0,5 + \left( \frac{10000}{500} - \frac{10000}{1000} \right) I - \left( \frac{10000}{1000} - I \right) II \right] =$$

$$= 0,0067 \text{ дн/маш.-ч}$$

$$d_n = I; K_{см} = 1,7; t_{см} = 7,59 \text{ ч.}$$

Тогда

$$n_{б} = \frac{126400}{84 \cdot 858,7} = 1,8 \text{ шт. (количество экскаваторов).}$$

Принимаем 2 экскаватора.

Время пребывания экскаватора на объекте будет равно:

$$T_{д.в} = \frac{126400}{84,2 \cdot 2} (1 + 0,0067) + 1,7 \cdot 59 - 1,7 = 770,3 \text{ маш.-ч или } 59,7 \text{ дней.}$$

Э0-5122

5.1.2. Количество машины для разравнивания грунта на отвале. Объем разравнивания 132580 м<sup>3</sup>.

Продолжительность работы бульдозера на отвале должна быть равна продолжительности работы экскаваторов.

$$T_{д.б} = 59,7 + 2I - 10 = 70,7 \text{ дней или } 912 \text{ маш.-ч.}$$

Расчет для бульдозера ДЗ-54.

$$T_{м} = \frac{(70,7 - 0,5) \cdot 1,7 \cdot 7,59}{1 + 0,0035} = 902,6 \text{ маш.-ч;}$$

$$D_{тр} = \frac{\left[ \left( \frac{5760}{60} - \frac{5760}{240} \right) 0,2 + \left( \frac{5760}{240} - \frac{5760}{960} \right) I + \left( \frac{5760}{960} - I \right) 7 \right] \cdot 0,301}{5760} =$$

$$= 0,0035 \text{ дн/маш.-ч;}$$

$$n = \frac{132580}{151 \cdot 902,6} = 1,0 \text{ маш. (количество бульдозеров ДЗ-54).}$$

Так как для этой операции не требуется бульдозер большей производительности, для работы в котловане принимаем один бульдозер ДЗ-54.

Время пребывания машины на объекте будет также равно 912 маш.-ч.



5.1.3. Определение количества автомобилей-самосвалов.

Для экскаватора ЭО-5122:

$$N = \left( \frac{2 \cdot I}{18,3} + 0,08 + \frac{I2}{1,7 \cdot 84,2} \right) : \frac{I2}{1,7 \cdot 84,2} = 3,3 \text{ маш. (КрАЗ-256Б)}.$$

Для работы двух экскаваторов принимаем 7 автомобилей-самосвалов.

Для экскаватора ЭО-3322В:

$$N = \left( \frac{2 \cdot I}{20,8} + 0,008 + \frac{5}{1,7 \cdot 24} \right) : \frac{5}{1,7 \cdot 24} = 2,5 \text{ шт. (ЗИЛ-ММЗ-555)}.$$

Принимаем 3 автомобиля-самосвала.

В табл. 5 приведены машины, входящие в комплекс.

Таблица 5

Машины и их марки	Количество, шт.	Продолжительность пребывания машин на объекте	
		маш.-ч	дни
Бульдозер ДЗ-54	2	912	70,2
Экскаватор ЭО-5122	2	770,3	59,7
Экскаватор ЭО-3322В	1	271,7	21
Автомобиль-самосвал КрАЗ-256Б	7	770,3	59,7
Автомобиль-самосвал ЗИЛ-ММЗ-555	3	271,7	21

6. Показатели комплексно-механизированного процесса.

6.1. Продолжительность производства работ.

$$T_d = 78 \text{ рабочих дней - заданный срок}$$

$$T_{\text{кмп}} = 59,7 + 21 - 10 = 70,7 \text{ дней,}$$

то есть на 7 дней меньше директивного срока.

6.2. Трудоемкость процесса.

Общая трудоемкость складывается из трудоемкости всех операций (табл. 6), то есть  $R = \sum r_i$ .

Таблица 6

Машины и их марки	Количество машин	Продолжительность преобладания машин на объекте, маш.-ч	Количество обслуживающего персонала, чел.	Трудоемкость, чел.-ч
Бульдозер ДЗ-54	2	912	I	1824,0
Экскаватор ЭО-5122	2	770,3	2	3081,2
Экскаватор ЭО-3322В	I	271,7	I	271,7
Автомобиль-самосвал КраЗ-256Б	7	770,3	I	5342,1
Автомобиль-самосвал ЗИЛ-ММЗ-555	3	271,7	I	815,1
Итого				11384,1

Удельная трудоемкость

$$R_y = \frac{R}{V} \cdot 1000 = 85 \text{ чел.-ч/1000 м}^3.$$

6.3. Удельные приведенные затраты.

Расчет удельных приведенных затрат производится по методике [2].

Исходные данные для расчета приведены в табл. 7.

Таблица 7

Наименование	Бульдозер ДЗ-54	Экскаваторы		Автомобили-самосвалы	
		ЭО-5122	ЭО-3322В	КраЗ-256Б	ЗИЛ-ММЗ-855
Оптовая цена машины, руб.	9280	33270	22400	-	-
Суммарная занятость машины на объекте, маш.-ч	1824	1540,6	271,7	-	-
Количество часов работы машины в году, маш.-ч	2366	2308	2330	-	-
Себестоимость маш.-ч, руб.	4,08	7,91	5,08	-	-
Объем перевозок, т	-	-	-	214880	10506
Тариф на перевозку, руб.	-	-	-	0,11	0,15

Текущие затраты

$$И = 4,08 \cdot 1824 + 7,91 \cdot 1540 + 5,08 \cdot 271 + 0,11 \cdot 214880 + 0,15 \cdot 10506 = 46221,01 \text{ руб.}$$

Капитальные затраты

$$З_k = \frac{1,09 \cdot 9280 \cdot 1824}{2366} + \frac{1,09 \cdot 33270 \cdot 1540,6}{2308} + \frac{1,09 \cdot 22400 \cdot 271,7}{2330}$$

$$= 7798,02 + 24206,58 + 2847,14 = 34851,74 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты

$$\tilde{Z} = 46221,01 + 0,15 \cdot 34851,74 = 51448,77$$

Удельные приведенные затраты

$$Z_{\text{г}} = \frac{51448,77}{132580} = 0,39 \text{ руб./м}^3.$$

В качестве аналога принимается процесс с вариантом средств механизации, предусмотренных сметной документацией.

1. Определение состава комплекса-аналога:

для разработки I и II ярусов принимается экскаватор Э-100ИД с драглайном с ковшом 1,0 м<sup>3</sup>;

для разработки котлована на дне траншеи - экскаватор Э-652Б с ковшом 0,65 м<sup>3</sup>;

разработка приямков - вручную;

зачистка дна котлованов - вручную;

разравнивание грунта на отвале - ДЗ-54;

планировочные работы в траншее - ДЗ-54.

2. Определение количества машин в комплексе-аналоге.

Определяем границы работы ведущих машин.

2.1. Определяем время на выполнение заключительных операций (разработка грунта вручную и зачистка вручную).

Производительность при разработке вручную.

Согласно ЕНиР "Земляные работы" (§ 2-1-31, табл. 2, п. 1д + табл. 4, п. 8а) норма времени будет равна 0,85 + 0,48 = 1,33. Тогда производительность будет равна 0,75 м<sup>3</sup>/ч.

Производительность на зачистке дна котлованов (после работы экскаваторов) 0,85 · 1,2 + 1,0 = 2,02 чел.-ч на 1 м<sup>3</sup>.

Производительность будет равна 0,5 м<sup>3</sup>/ч.

Количество часов работы на заключительных операциях будет равно:

$$\frac{200}{0,75} + \frac{640}{0,5} = 267 + 1280 = 1547 \text{ чел.-ч}$$

$$\text{или } 1547 : 8,2 = 188,7 \text{ чел.-дн.}$$

Одновременно на ручных работах в смену будет работать 5 человек. Тогда этот объем будет выполнен за 19 дней.

2.2. Определим продолжительность работы экскаватора Э-652Б.

$$T_M = \frac{6180}{40} = 154,5 \text{ маш.-ч.}$$

тогда продолжительность пребывания машины на объекте будет равна:  $T_D = 154,5(1+0,006)+I \cdot I,7 \cdot 7,59=168,3 \text{ маш.-ч}$  или 13 дней.

$$D_{\text{гр}} = \frac{\left[ \left( \frac{7680}{60} - \frac{7680}{240} \right) 0,2 + \left( \frac{7680}{240} - \frac{7680}{960} \right) I + \left( \frac{7680}{960} - I \right) 9 \right] 0,45}{7680} =$$

$$= 0,006 \text{ ди/маш.-ч.}$$

Принимаем, что экскаватор Э-652Б может работать в одно время с экскаватором Э-1001ЦД 5 дней. Кроме того, разработку грунта вручную можно производить совместно с работой экскаватора Э-652Б. Тогда  $78 - 19 + 5 = 64$  дня, т.е. экскаватор Э-1001ЦД должен закончить работу за 64 дня.

Количество экскаваторов Э-1001ЦД:  $n = \frac{126400}{64,5 \cdot 805,5} = 2,4 \text{ шт.}$

$$T_M = \frac{(64 - I) \cdot I,7 \cdot 7,59}{I + 0,009} = 805,5 \text{ маш.-ч.}$$

$$D_p = \frac{\left[ \left( \frac{8640}{60} - \frac{8640}{240} \right) 0,4 + \left( \frac{8640}{240} - \frac{8640}{960} \right) I + \left( \frac{8640}{960} - I \right) 13 \right] 0,45}{8640} =$$

$$= 0,009 \text{ ди/маш.-ч.}$$

Принимаем 3 экскаватора Э-1001ЦД.

Определим время пребывания экскаватора Э-1001ЦД на объекте при условии работы трех машин одновременно.

$$T_D^I = \frac{126400}{64,5 \cdot 3} (I+0,009)+I \cdot 7,59 \cdot I,7 = 672 \text{ маш.-ч}$$
 или 52,1 день.

Определим продолжительность работы на отвале бульдозера ДЗ-54.

$$T_D = 52,1 + I4 = 66,1 \text{ день}$$
 или 852,7 маш.-ч.

$$T_M = \frac{(66,1 - 0,5) I,7 \cdot 7,59}{I + 0,0035} = 843,3 \text{ маш.-ч.}$$

$$\text{тогда } n = \frac{132580}{151 \cdot 843,3} = 1,0 \text{ шт.}$$

Продолжительность нахождения на объекте второго бульдозера будет равна также 852,7 маш.-ч.

Количество автомобилей-самосвалов:

а) для экскаватора Э-1001ЦД

$$N_1 = \left[ \frac{2 \cdot 1}{19,2} + 0,08 + \frac{8}{1,7 \cdot 64,5} \right] : \frac{8}{1,7 \cdot 64,5} = 3,5 \text{ шт.}$$

Следовательно, для трех экскаваторов необходимо 11 автомобилей-самосвалов.

б) для экскаватора Э-652Б

$$N_2 = \left[ \frac{2}{19,2} + 0,08 + \frac{8}{1,7 \cdot 40} \right] : \frac{8}{1,7 \cdot 40} = 2,6 \text{ шт.}$$

Принимаем 3 автомобиля-самосвала.

В табл. 8 приведено количество машин в комплексе и их занятость на объекте.

Таблица 8

Машины и их марки	Количество машин	Продолжительность пребывания машин на объекте	
		маш.-ч	дни
Бульдозер ДЗ-54	2	852,7	661
Экскаватор Э-1001ЦД	3	672	52,1
Экскаватор Э-652Б	1	168,3	13,0
Автомобиль-самосвал МАЗ-503А	11	672	52,1
Автомобиль-самосвал МАЗ-503А	3	168,3	13,0

Согласно п. 2.1 Примера 1 на производство работ вручную уйдет 1545,4 чел.-ч, т.е. 19 дней.

Продолжительность процесса.

T процесса-аналога = 52,1 + 13 - 5 + 19 - 5 = 74,1 день.

Определение удельных приведенных затрат.

Исходные данные для расчета приведены в табл. 9.

Таблица 9

Наименование	Бульдозер	Экскаваторы		Автомобиль-самосвал МАЗ-503А
		Э-1001ЦД	Э-652Б	
Оптовая цена машины, руб.	9280	18500	16300	-
Суммарная занятость машины на объекте, маш.-ч	1705,4	2016	168,3	-
Количество машино-часов работы в году, маш.-ч	2366	2245	228,7	-
Себестоимость машино-часа, руб.	4,08	6,61	5,04	-
Объем перевозок грунта, т	-	-	-	225386

Текущие затраты

$I=4,08 \cdot 1705,4 + 6,61 \cdot 2016 + 5,04 \cdot 168,3 + 0,15 \cdot 225386 + 1,3 \cdot 1,25 \cdot 0,493 \cdot 1545,4 = 56177,98$  руб.

Капитальные затраты

$$Z_k = \frac{1,09 \cdot 9280 \cdot 1705,4}{2366} + \frac{1,09 \cdot 18500 \cdot 2016}{2245} + \frac{1,09 \cdot 16300 \cdot 168,3}{2287}$$

= 26706,93 руб.

Приведенные затраты

$$Z = 56177,98 + 0,15 \cdot 26706,93 = 60184,02 \text{ руб.}$$

$$Z_y = \frac{60184,02}{132580} = 0,454 \text{ руб./м}^3.$$

Трудоемкость процесса

$$R = 852,7 \cdot 2 + 2 \cdot 672 \cdot 3 + 168,3 + 11 \cdot 672 + 3 \cdot 168,3 + 1545,4 = 15348 \text{ чел.-ч.}$$

процесса-аналога

$$\text{Удельная трудоемкость } R_y = \frac{R}{V} \cdot 1000 = 113 \text{ чел.-ч./1000 м}^3.$$

Определяем эффективность выбранного комплекса машин

$$\text{Эф} = \frac{Z}{Z_{\text{аналог комп.}}} = \frac{60184,02}{51448,77} = 8735,25 \text{ руб.}$$

На  $1 \text{ м}^3$  эффективность равна 6,6 коп.

Снижение трудоемкости

$$\Delta R = R - R_{\text{аналог комп.}} = 15348 - 11384 = 3964 \text{ чел.-ч.}$$

На  $1000 \text{ м}^3$  - 29 чел.-ч.

Снижение продолжительности

$$\Delta T = T_{\text{процесса аналога}} - T_{\text{комп.}} = 74,1 - 70,7 = 3,4 \text{ дня.}$$

Выписка из рабочей документации  
по строительному объекту

Смета на земляные работы

1. Разработка грунта I группы драглайном с ковшом емкостью  
 $1,0 \text{ м}^3 - 126400 \text{ м}^3$ .

Расценка.

№ CI-279  $8,34 \cdot 1264 = 10541,76 \text{ руб.}$

2. Разработка грунта I группы экскаватором.

Обратная лопата с ковшом емкостью  $0,65 \text{ м}^3$ .

С погрузкой в автомобили-самосвалы -  $6180 \text{ м}^3$ .

Расценка.

№ I-319  $9,46 \cdot 61,8 = 584,63 \text{ руб.}$

3. Транспортирование грунта автомобилем-самосвалом грузо-  
подъемностью 8 т на расстоянии I км -  $225386 \text{ т.}$

$0,15 \cdot 225386 = 33807,9 \text{ руб.}$

4. Разравнивание грунта на отвале бульдозером 100 л.с. -  
 $132580 \text{ м}^3$ .

Расценка.

№ I-368  $1,64 \cdot 132580 = 2174,31 \text{ руб.}$

5. Планировка дна полок траншей -  $4000 \text{ м}^3$ .

Расценка.

№ I-455  $0,08 \cdot 400 = 32 \text{ руб.}$

7. Планировка дна котлованов и траншей вручную -  $6400 \text{ м}^3$ .

Расценка.

№ I-778  $4,81 \cdot 64 = 307,84 \text{ руб.}$

8. Разработка грунта вручную -  $200 \text{ м}^3$ .

Расценка.

№ I-633  $0,82 \cdot 200 = 164 \text{ руб.}$

---

Итого по смете:

Объем работ -  $132580 \text{ м}^3$ .

Сметная стоимость -  $47612 \text{ руб.}$

## Пример 2

построения комплексно-механизированного технологического процесса разработки котлована в крупнообломочных и трещиновато-скальных грунтах ( $V_p$ )

Объект - котлован под насосную станцию.

I. Условия производства работ.

I.1. Климатическая зона - I-ая (побережье Черного моря).

I.2. Сезон производства работ - круглогодичная работа.

I.3. Вид грунта и его особенности - трещиноватые мергели.

I.4. Характер производства работ - только на погрузку в транспорт.

I.5. Глубина и ширина выемки в готовом виде: глубина - 3,5 м, ширина - 40 м, длина - 60 м.

I.6. Стесненность сооружений.

I.7. Место разработки грунта - котлован расположен в черте города.

I.8. Места временного и постоянного складирования грунта - грунт складывается во временный отвал.

I.9. Дальность транспортирования грунта - 5 км.

I.10. Условия по сохранению растительного слоя: толщина слоя - 0,40 м, грунт транспортируется в отвал, дальность транспортирования - 2 км.

I.11. Объем работ 9025 м<sup>3</sup>.

I.12. Заданный срок строительства - 75 дней.

I.13. Возможность ведения взрывных работ - взрывные работы запрещены.

2. Выбор способа производства работ и определение технологических операций.

В соответствии с условиями производства работ (грунты - мергели трещиноватые, запрещение взрывных работ) применяем экскаваторный способ производства работ с предварительным рылевым трудноразрабатываемых грунтов.

Намечаем технологические операции.

Подготовительные операции

П7 - срезка растительного слоя грунта и дерна.

П9 - погрузка растительного грунта.

П8 - транспортирование растительного грунта.

П11 - планировка поверхности.



### Основные операции

08 - послойное рыхление грунта.

02 - послойная разработка разрыхленного грунта.

010 - устройство въездов для машины в процессе разработки котлована.

### Заключительные операции

012 - погрузка щебня из отвала в автомобили-самосвалы.

011 - транспортирование щебня до котлована.

024 - засыпка дна котлована щебнем и разравнивание.

### 3. Выбор средств механизации.

3.1. Определяем объемы работ для каждой операции, при этом некоторые операции (которые выполняются одной машиной) совмещаются. Совмещаем операции и объемы послойной разработки и устройства въездов, рыхления и устройства въездов.

3.2. Выбираем машины для технологических операций из числа имеющихся в строительном управлении механизации по их технологическим возможностям.

#### Для подготовительных операций

И7 - срезка растительного слоя - можно использовать бульдозеры ДЗ-42 и ДЗ-54.

И9 - погрузка растительного грунта в автомобили-самосвалы - эти работы целесообразно выполнить погрузчиком. В строительной организации имеются только погрузчики Т0-7 с ковшем емкостью 1,0 м<sup>3</sup>.

О11 - транспортирование растительного грунта на расстояние 2 км.

И11 - планировка поверхности - бульдозер ДЗ-42 и ДЗ-54.

#### Для основных операций

08 - послойное рыхление грунта - молот СП-62 на З0-4121А.

В строительной организации имеется по одному молоту СП-71 на З0-3322Б и СП-62 на З0-4121А. Так как объемы работ большие, предпочтительнее отдать более производительной машине.

02+010 - послойная разработка разрыхленного грунта. На этой операции возможно применение экскаватора Э-5015А и З0-4121А.

В данном случае применим экскаватор Э-5015А с ковшем емкостью 0,5 м<sup>3</sup>, т.к. его производительность при разработке этих грунтов (14,0 м<sup>3</sup>/ч) близка к производительности молота СП-62 на З0-4121А (13 м<sup>3</sup>/ч).

#### Для заключительных операций

012 - погрузка щебня из отвала в автомобили-самосвалы - погрузчик Т0-7.

Операции	Объемы работ										Рабочие дни																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64		
П7	25000 м <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
П19	750 м <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
О11	900 т	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
П11	2500 м <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
О8; О10	7825 м <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
О2; О10	7825 м <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
О11	17997,5 т	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
О12	450 м <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
В11	855 т	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
О24	450 м <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Рис. 7. Предварительный график производства работ при разработке котлована в крупнообломочных грунтах

О11 - транспортирование щебня до котлована на расстоянии 5 км - автомобили-самосвалы грузоподъемностью 10-12 т.

О24 - засыпка дна котлована щебнем и разравнивание - бульдозер ДЗ-42.

4. Последовательность операций технологического процесса и их взаимосвязи.

Исходя из выявленных условий производства работ, намеченных операций и объемов работ строим предварительный график работ (рис. 7).

Для этого:

перечисляем все требуемые операции и объемы работ;

определяем заданное директивное количество рабочих дней

всего технологического процесса:

$$T_{д.р} = (T_{д} - D_{н}) \left(1 - \frac{D_{л}}{T_{д}}\right) = (75 - 10) \left(1 - \frac{1}{75}\right) = 64 \text{ дня};$$

определяем начальные и конечные границы выполнения основных технологических операций.

Для этого мы должны определить продолжительность выполнения работ подготовительных О7, О11 и заключительных операций О12, О24.

Продолжительность выполнения операции О7

$$T_{д} = \frac{V}{\Pi} + d_n \cdot K_{см} \cdot t_{см} = \frac{2500}{555} + 0,3 \cdot 1,7 \cdot 7,59 = 8,4 \text{ маш.-ч.}$$

$$V = 2500 \text{ м}^2 \\ \Pi = 555 \text{ м}^2/\text{ч}$$

$$T_{д.р} = \frac{2500}{707} + 0,3 \cdot 1,7 \cdot 7,59 = 7,4 \text{ маш.-ч.}$$

В связи с тем, что на выполнении этой операции бульдозеры ДЗ-42 и ДЗ-54 заняты на небольшой отрезок времени, то целесообразно принять менее мощную и дешевую машину ДЗ-42.

О11 - планировка поверхности.

Эта операция выполняется после операции О7 и может быть совмещена с операцией О19. Продолжительность работы бульдозера ДЗ-42 на этой операции будет равна

$$T_{д.р} = \frac{V}{\Pi_{э}} = \frac{2500}{4166} = 0,6 \text{ маш.-ч.}$$

Таким образом молот СМ-62 на ЭО-4121А сможет начать работу

через день. Конечной границей выполнения основных операций будет начало засыпки дна котлована трапшей.

Определяем продолжительность выполнения заключительных операций.

012 - погрузка щебня из отвала

$$T_{\text{д}} = \frac{V}{\Pi} (I + D_{\text{тр}}) + C_{\text{п}} \cdot K_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}} = \frac{450}{20} (1 + 0,003) + 0,3 \cdot 1,7 \cdot 7,59 = 26,4 \text{ маш.-ч или 2 дня.}$$

$$D_{\text{тр}} = \frac{(0,3 \cdot 72 + 1 \cdot 18 + 6 \cdot 5) \cdot 0,26}{5760} = 0,003 \text{ дн/маш.-ч}$$

Продолжительность выполнения операции 024

$$T'_{\text{д}} = \frac{450}{80} + 0,3 \cdot 1,7 \cdot 7,59 = 9,5 \text{ маш.-ч.}$$

Продолжительность заключительных операций будет равна

$$T_{\text{д.р}} = 326,4 + 9,5 = 335,9 \text{ маш.-ч или около 3 дней.}$$

Таким образом выполнение основных операций технологического процесса должно быть закончено за 3 дня до окончания директивного срока. Тогда продолжительность выполнения основных операций составит:

$$T_{\text{д.р.о}} = T_{\text{д.р}} - T_{\text{д.р. подг.}} - T_{\text{д.р. закл.}} = 64 - 1 - 3 = 60 \text{ дней.}$$

## 5. Формирование комплекса машин.

### 5.1. Подготовительные операции.

Ранее уже определено: один бульдозер ДЗ-42 и один погрузчик ТО-7.

Определим количество автомобилей-самосвалов КамАЗ-5511 для погрузчика ТО-7

$$N = \frac{\left( \frac{2 \cdot 2}{23} + 0,08 + \frac{10}{1,2 \cdot 20} \right) 1,2 \cdot 20}{10} = 2 \text{ шт.}$$

Продолжительность пребывания погрузчика на объекте

$$T_{\text{д.р}} = \frac{750}{20} (1 + 0,003) + 0,3 \cdot 1,7 \cdot 7,59 = 41,5 \text{ маш.-ч.}$$

### 5.2. Основные операции.

Ведущей машиной в данном комплексе является молот СП-62 на экскаваторе ЭО-4121А.

Количество ведущих машин:

$$n_g = \frac{V_{ог}}{\Pi_{эв} \cdot T_{мв}}$$

$$V = 7825 \text{ м}^3, \Pi_{эв} = 13 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Возможная продолжительность работы ведущей машины в течение установленного срока будет равна:

$$T_{мв} = \frac{(T_{д.рв} - d_n) K_{см} \cdot t_{см}}{I + D_{тр}}$$

$$\text{где } D_{тр} = \frac{(0,6 \cdot 5 + 1,5 \cdot 1) 0,25}{200} = 0,0056 \text{ дн/маш.-ч.}$$

$$T_{мв} = \frac{(60 - 1) 1,7 \cdot 7,59}{1 + 0,0056} = 756,9 \text{ маш.-ч.}$$

$$\text{Тогда } n_g = \frac{7825}{13 \cdot 756,9} < 1.$$

Один молот СП-62 на ЭО-4121А выполняет весь объем.

Продолжительность пребывания СП-62 на ЭО-4121А на объекте будет равна:

$$T_{д.р} = \frac{7825}{13} (1 + 0,0056) + 1 \cdot 1,7 \cdot 7,59 = 618,2 \text{ маш.-ч или 48 дн}$$

Так как в нашем технологическом процессе работает один молот СП-62 на ЭО-4121А, то разработку разрыхленного грунта будет производить один экскаватор Э-5015А.

Определяем продолжительность пребывания экскаватора Э-5015А на объекте.

Для того, чтобы начать работу экскаватору Э-5015А, молот СП-62 на ЭО-4121А должен обеспечить фронт работы.

Экскаватор Э-5015А и молот СП-62 на ЭО-4121А должны стоять друг от друга на безопасном расстоянии (по СНиП III-71), автомобиль-самосвалы должны беспрепятственно подходить к экскаватору Э-5015А. Разрыхленная площадь грунта должна быть не менее 60 м<sup>2</sup>. Молот СП-62 может рыхлить данный грунт глубиной около 1,2-1,4 м. Такой объем разрыхленного грунта молот может выполнить за 1 день.

Рыхление грунта молот СП-62 на ЭО-4121А должен закончить также на один день раньше. Таким образом экскаватор Э-5015А начинает работу через 2 дня после начала работы молота.

Так как производительность экскаватора Э-5015А больше на 7% производительности молота, то экскаватор будет простаивать. Простой экскаватора будут равны:

$$T_{\text{пр}} = 48 \cdot 0,07 = 3,3 \text{ дня.}$$

$$D_{\text{тр}} = \frac{T_{\text{д.р}} = \frac{V}{\Pi} (I + D_{\text{тр}}) + (d_n + T_{\text{тр}}) K_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}}}{8640} = \frac{0,2 \left( \frac{8640}{60} - \frac{8640}{240} \right) + 0,7 \left( \frac{8640}{240} - \frac{8640}{960} \right) + 9 \left( \frac{8640}{960} - I \right) 0,45}{8640} = 0,006 \text{ дн/маш.-ч.}$$

$$T_{\text{д.р}} = \frac{7825}{14} (I + 0,006) + (I + 3,3) I,7 \cdot 7,59 = 617,8 \text{ маш.-ч или 48 дней.}$$

Количество автомобилей-самосвалов КамАЗ для экскаватора Э-5015А

$$N = \frac{\left( \frac{5 \cdot 2}{23} + 0,08 + \frac{10}{2,3 \cdot 14} \right) 2,3 \cdot 14}{10} = 2,7 \text{ шт.}$$

Принимаем 3 автомобиля-самосвала.

Таким образом комплекс для данного технологического процесса состоит из следующих машин (табл. 10).

Таблица 10

Марки машин	Количество машин	Продолжительность пребывания машин на объекте	
		маш.-ч	дни
Бульдозер ДЗ-42	I <sup>xx</sup>	8,0 + 9,5	I + I
Погрузчик ТО-7	I <sup>x</sup>	41,5 + 26,4	3,2 + 2
Автомобиль-самосвал КамАЗ	2	83 + 52,8	
Молот СП-62 на ЭО-4121А	I	618,2	48,0
Экскаватор Э-5015А	I	617,8	48,0
Автомобиль-самосвал КамАЗ-5511	3	1853,4	48

Примечание. Бульдозер ДЗ-42 и погрузчик ТО-7 пребывают на объекте только в период выполнения подготовительных и заключительных операций. В период выполнения работ на основных операциях этих машин на объекте нет.

6. Показатели комплексно-механизированного процесса.

6.1. Общая продолжительность процесса.

Общая продолжительность процесса равна сумме последовательных операций: ( $T_{\text{процесса}} = \sum T_{\text{д.р.}};$ )

$$T_{\text{процесса}} = T_{\text{д.р.}} P_{\text{II}}(07+III) + T_{\text{д.р.}} P_0 + I + T_{\text{д.р.}} P_8(012,024) = \\ = I + 48 + I + 3 = 53 \text{ дня.}$$

6.2. Удельные приведенные затраты.

Исходные данные для расчета приведены в табл. II

Таблица II

Наименование	Марки машин					
	ДЗ-42	ТО-7	СП-62	З0-4121А	З-5015А	КамАЗ-5511
Оптовая цена машины, руб.	4620	6111	6200	19900	17500	-
Суммарная занятость машины на объекте, маш.-ч	17,5	67,9	618,2	618,2	617,8	-
Количество машино-часов работы машины в году, маш.-ч	2296	2090	1790		2330	-
Себестоимость машино-часа, руб.	2,75	3,06	7,16		4,90	-
Объем перевозок груза, т	-	-	-	-	-	19752,5

Текущие затраты.

$$И = C_{\text{мч}} \cdot T_{\text{д.р.}} + 2 \cdot S_{\text{нб}} + C_{\text{мч}} \cdot T_{\text{д.р.}} + 2 \cdot S_{\text{нб}} + C_{\text{мч}} \cdot T_{\text{д.р.}} + \\ \text{ДЗ-42 ДЗ-42} \quad \text{ТО-7 ТО-7} \quad \text{СП-62 СП-62} \\ \text{на З0-4121А}$$

$$+ C_{\text{мч}} \cdot T_{\text{д.р.}} + 0,15 \cdot B.$$

З-5015А З-5015А

$S_{\text{нб}}$  - стоимость одной перебазировки.

$$S_{\text{нб}} = (3,1 + 5 \cdot 0,4) \cdot 1,3 + 1,1 (5,9 + 5 \cdot 0,5) = 15,87 \text{ руб.}$$

$$И = 2,75 \cdot 17,5 + 2 \cdot 15,87 + 3,06 \cdot 67,9 + 2 \cdot 15,87 + 7,16 \cdot \\ \cdot 618,2 + 4,9 \cdot 617,8 + 0,15 \cdot 19752,5 = 48,13 + 31,74 + 207,77 + \\ + 31,74 + 4426,31 + 3027,22 + 2962,88 = 10735,79 \text{ руб.}$$

Капитальные затраты.

$$Z_{\text{к}} = 1,09 \left[ \frac{4620 \cdot 17,5}{2296} + \frac{6111 \cdot 67,9}{2090} + \frac{(6200 + 19900) 618,2}{1790} + \right.$$

$$+ \frac{17500 \cdot 617,8}{2330} \Big] = 1,09 (35,21 + 198,53 + 9013,98 + 4840,13) =$$

$$= 15137,76 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты

$$Z = 10735,79 + 0,15 \cdot 15137,76 = 13006,45 \text{ руб.}$$

Удельные приведенные затраты

$$Z_y = \frac{13006,45}{9025} = 1,44 \text{ руб.}$$

6.3. Трудоемкость процесса.

Общая трудоемкость процесса складывается из трудоемкости всех операций (табл. 12), т.е.  $R = \sum v_i$ .

Таблица 12

Марки машин	Количество машин	Продолжитель- ность пребы- вания машин на объекте, маш.-ч	Количе- ство обслу- живаю- щего персо- нала, чел.	Трудоемкость процесса, чел.-ч
Бульдозер ДЗ-42	1	17,5	1	17,5
Погрузчик ТО-7.	1	67,9	1	67,9
Автомобиль-самосвал КамАЗ	2	67,9	1	135,8
Молот СМ-62 на 90-4121А	1	618,2	1	618,2
Экскаватор Э-5015А	1	617,8	1	617,8
Автомобиль-самосвал КамАЗ-5511	3	617,8	1	1853,4
Итого				3310,6

Удельная трудоемкость  $\frac{R}{V} \cdot 1000 = \frac{3310,6}{9025} = 366 \text{ чел.-ч на}$   
 $1000 \text{ м}^2.$



## Приложение I

### Перечень операций, применяемых в производстве земляных работ и их индексация

#### ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ

- П1 - Корчевка пней
- П2 - Расчистка от кустарников, мелколесья и выкорчеванных пней
- П3 - Сгребание выкорчеванных пней, кустарников и мелколесья в валы
- П4 - Уборка негабаритных валунов и камней
- П5 - Устройство нагорных и других водосточных канав
- П6 - Нарезка кветов
- П7 - Срезка растительного слоя грунта и дерна
- П8 - Перемещение растительного слоя грунта и дерна в резерв
- П9 - Укладка растительного слоя грунта в резервы
- П10 - Разбивка элементов земляного сооружения
- П11 - Планировка поверхности
- П12 - Дробление валунов, крупных гравелистых и гравийных включений на поверхности
- П13 - Предохранение грунта от промерзания
- П14 - Оттаивание мерзлого грунта
- П15 - Рыхлаение мерзлого грунта при планировке поверхности
- П16 - Устройство земляных дорог
- П17 - Устройство въездов для землеройных машин
- П18 - Ремонт и содержание земляных дорог
- П19 - Погрузка грунта в транспортные средства.

#### ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ

- О1 - разработка грунта в отвал
- О2 - разработка грунта в транспорт
- О3 - разработка грунта в транспорт на верхних уступах котлована
- О4 - разработка грунта в отвал на верхних уступах котлована
- О5 - разработка грунта в транспорт на нижних уступах котлована
- О6 - разработка корыта полотна дороги.

- 07 - дробление валунов, крупных гравелистых и гравийных включений в процессе разработки грунта
- 08 - послонное рыление трудноразрабатываемого (кроме мерзлого) грунта в процессе его разработки
- 09 - послонное рыление мерзлого грунта в процессе разработки сооружения
- 010 - устройство съездов и въездов в процессе разработки сооружения
- 011 - перемещение грунта (в отвал, в насыпь)
- 012 - перегрузка грунта
- 013 - устройство дренажных киветов для отвода грунтовых вод
- 014 - выторфовывание при засылке насыпи на болотах
- 015 - рыление грунта перед отсыпкой насыпи
- 016 - устройство уступов при отсыпке насыпи
- 017 - разработка недоборов на дне котлована
- 018 - разработка недоборов в траншее
- 019 - разработка недоборов в труднодоступных местах
- 020 - разработка местных выемок в котловане
- 021 - разработка отдельно расположенных мелких котлованов
- 022 - зачистка дна котлована и траншеи
- 023 - зачистка дна и вертикальных стенок местных выемок
- 024 - подсыпка песком и разравнивание дна котлована
- 025 - разравнивание грунта на отвале
- 026 - разравнивание грунта в насыпи
- 027 - увлажнение отсыпаемого грунта
- 028 - послонное уплотнение насыпи
- 029 - послонное уплотнение земляного полотна дороги
- 030 - планировка откосов отвала
- 031 - планировка откосов насыпи
- 032 - планировка резерва берм кавальера
- 033 - перемещение грунта из резерва для обратной засыпки выемок
- 034 - обратная засыпка выемок
- 035 - обратная засыпка в стесненных местах
- 036 - разравнивание грунта при обратной засылке выемок
- 037 - уплотнение грунта при обратной засылке выемок
- 038 - уплотнение грунта при обратной засылке выемок
- 039 - перемещение конвейера во время работы перегрузчика
- 040 - засыпка выемок (скважин)
- 041 - бурение скважин

- 042 - зарядка скважины (щелей) ВВ
- 043 - нарезание щелей
- 044 - взрывание

#### ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ

- 301 - перемещение растительного слоя грунта из резерва
- 302 - укладка растительного слоя грунта
- 303 - разравнивание растительного слоя грунта
- 304 - одернование откосов
- 305 - посев трав
- 306 - устройство противооползневых стенок

Некоторые из перечисленных операций являются общими для различных технологических процессов и могут выполняться одними и теми же средствами механизации.

## Технологические возможности одноковшовых гидравлических экскаваторов

Наименование технологических показателей	Модель экскаваторов				
	ЭО-3322Б	ЭО-3121А	ЭО-4321	ЭО-4121А	ЭО-5122
	технологические показатели				
I	2	3	4	5	6
I. Разработка выемок лобовым забоем обратной лопатой и погрузка грунта в автомобили-самосвалы при совмещении оси движения экскаватора с осью выемки					
I.1. Нормальная рукоять с ковшем емкостью, м <sup>3</sup>	0,5	0,5	0,65	0,65	1,6 унифицированное оборудование
I.1.1. Наибольшие параметры выемки, м (при крутизне откосов I:0,67)					
глубина	3,2/2,3*	3,5/3,0*	4,4/3,7*	5,0/2,3*	5,1/2,3*
ширина по верху	5,3/9,0	5,5/7,4	6,9/8,8	7,7/7,8	8,6
ширина по дну	1,0/5,9	0,9/3,4	1,0/3,8	1,0/4,7	1,8/5,5
I.1.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы	38,0	39,0	49,4	49,4	131,0
в грунтах II группы	31,3	31,3	40,0	40,0	113,0
в грунтах III группы	25,3	25,3	31,8	31,8	86,1
в грунтах IV группы	18,9	18,9	23,8	23,8	67,2

\* В числителе приведены параметры выемки (и отвала) при минимальной ширине выемки по дну, равной ширине ковша; в знаменателе — параметры выемки (и отвала) при наибольшей ширине выемки по верху, которую можно разработать экскаватором за один проход, или при глубине копания, равной 2,3 м.

Продолжение приложения 2

	1	2	3	4	5	6
1.2. Нормальная рукоятка и ковш емкость, м <sup>3</sup>		0,65		1,0 (со одним верхней части стрелы)	1,0	
1.2.1. Наибольшие параметры выемки, м (при крутизне откосов 1:0,67)						
глубина		3,3/2,3		2,2	4,8/2,3	
ширина по верху		5,5/9,1		4,2	7,8	
ширина по дну		1,1/6,0		1,2	1,3/4,7	
1.2.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч						
в грунтах I группы		49,4		52,6	52,6	
в грунтах II группы		40,0		45,5	45,5	
в грунтах III группы		-		35,7	35,7	
в грунтах IV группы		-		27,0	-	
1.3. Нормальная рукоятка и ковш емкость, м <sup>3</sup>		0,2				
1.3.1. Наибольшие параметры выемки, м (при крутизне откосов 1:0,67)						
глубина		3,2/2,3				
ширина по верху		4,8/8,7				
ширина по дну		0,5/5,6				
1.3.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч						
в грунтах I группы		15,8				
в грунтах II группы		12,8				
в грунтах III группы		10,1				
в грунтах IV группы		7,6				

Продолжение приложения 2

I	2	3	4	5	6
I.4. Удлиненная рукоятка и ковш емкостью, м <sup>3</sup>	0,4		0,4	0,65	
I.4.1. Наибольшие параметры выемки, м (при крутизне откосов I:0,67)					
глубина	3,9/2,3		5,5/4,5	6,0/2,3	
ширина по верху	6,1/10,7		8,2/12,4	9,0/10,4	
ширина по дну	0,9/7,6		0,8/6,4	1,0/7,3	
I.4.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы	31,4		31,4	46,4	
в грунтах II группы	25,4		25,4	40,1	
в грунтах III группы	20,2		20,2	31,5	
в грунтах IV группы	15,1		15,1	23,8	
Σ I.5. Удлиненная рукоятка и ковш емкостью, м <sup>3</sup>	0,2				
I.5.1. Наибольшие параметры выемки, м (при крутизне откосов I:0,67)					
глубина	3,9/2,3				
ширина по верху	5,7/10,7				
ширина по дну	0,5/7,6				
I.5.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы	15,4				
в грунтах II группы	12,5				
в грунтах III группы	9,9				
в грунтах IV группы	7,4				
2. Разработка выемок лобовым забоем обратной лопатой с выгрузкой грунта в отвал при совмещении оси движения экскаватора с осью выемки					
2.1. Нормальная рукоятка и ковш емкостью, м <sup>3</sup>	0,5	0,5	0,65	0,65	1,6

I	2	3	4	5	6
2.1.1. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов 1:0,67)					
глубина	2,8/2,3	2,4/1,7	3,2/2,1	3,3/2,3	2,9/2,3
ширина по верху	4,8/4,9	4,1/4,2	5,3/5,6	5,4/5,7	5,7/6,0
ширина по дну	1,0/1,8	0,9/2,0	1,0/2,8	1,0/2,7	1,8/3,0
высота отвала	3,1/3,0	2,7/2,5	3,5/3,3	3,5/3,4	3,6/3,5
ширина отвала в основании	6,2/6,0	5,4/5,0	7,0/6,6	7,0/6,8	7,2/7,0
2.1.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы	47,3	47,3	55,6	55,6	132,0
в грунтах II группы	38,5	38,5	47,6	47,6	113,0
в грунтах III группы	31,7	31,7	39,1	39,1	91,0
в грунтах IV группы	24,4	24,4	29,4	29,4	67,6
2.2. Нормальная рукоять и ковш емкости, м <sup>3</sup>	0,63		1,0 (со сдвигом верхней части стрелы)	1,0	
2.2.1. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов выемки 1:0,67)					
глубина	2,8/2,3		1,7/1,2	3,1/2,3	
ширина по верху	4,8/4,9		3,5/3,8	5,4/5,7	
ширина по дну	1,1/1,8		1,2/2,2	1,3/2,7	
высота отвала	3,1/3,0		2,2/2,1	3,5/3,4	
ширина отвала в основании	6,2/6,0		4,4/4,2	7,0/6,8	

## Продолжение приложения 2

I	2	3	4	5	6
2.2.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы	55,6		68,2	68,2	
в грунтах II группы	47,6		57,1	57,1	
в грунтах III группы	-		46,0	46,0	
в грунтах IV группы	-		34,2	-	
2.3. Нормальная рукоять и ковш емкостью, м <sup>3</sup>	0,2				
2.3.1. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов выемки 1:0,67)					
глубина выемки	3,2/2,3				
ширина выемки по верху	4,8/5,1				
ширина выемки по дну	0,5/2,0				
высота отвала	3,2/3,1				
ширина отвала в основании	6,4/6,2				
2.3.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы	20,3				
в грунтах II группы	16,5				
в грунтах III группы	13,1				
в грунтах IV группы	9,8				
2.4. Удлиненная рукоять и ковш емкостью, м <sup>3</sup>	0,4		0,4	0,65	
2.4.1. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов 1:0,67)					
глубина выемки	3,4/2,3		4,2/2,7	4,1/2,3	
ширина выемки по верху	5,5/5,9		6,4/6,6	6,5/7,3	
ширина выемки по дну	0,9/2,8		0,8/3,0	1,0/4,3	
высота отвала	3,6/3,5		4,2/4,0	4,4/4,0	
ширина отвала в основании	7,2/7,0		8,4/8,0	8,8/8,0	



Продолжение приложения 2

I	2	3	4	5	6
2.4.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы	41,1		41,1	49,6	
в грунтах II группы	32,8		32,8	42,9	
в грунтах III группы	26,1		26,1	33,7	
в грунтах IV группы	19,5		19,5	25,3	
2.5. Удлиненная рукоять и ковш емкостью, м <sup>3</sup>	0,2				
2.5.1. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов 1:0,67)					
глубина выемки	3,8/2,3				
ширина выемки по верху	5,6/6,0				
ширина выемки по дну	0,5/2,9				
высота отвала	3,7/3,5				
ширина отвала в основании	7,4/7,0				
2.5.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы	19,0				
в грунтах II группы	15,4				
в грунтах III группы	12,2				
в грунтах IV группы	9,1				
3. Разработка выемки лобовым забоем обратной лопатой с выгрузкой грунта в отвал при смещении оси движения экскаватора относительно оси выемки					
3.1. Нормальная рукоять и ковш емкостью, м <sup>3</sup>	0,5	0,5	0,65	0,65	1,6
3.1.1. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов 1:0,67)					
глубина выемки	3,0/2,3	3,0/3,0	4,0/3,7	4,2/2,3	3,9/2,3

Продолжение приложения 2

I	2	3	4	5	6
ширина выемки по верху	6,5/7,5	5,2/5,2	6,6/7,0	6,8/8,8	7,4/8,7
ширина выемки по дну	2,5/4,4	1,2/1,2	1,2/2,0	1,2/5,8	2,2/5,6
высота отвала	4,0	3,4	4,3/4,4	4,5	4,7/4,4
ширина отвала в основании	8,0	6,8	8,6/8,8	9,0	9,4
3.1.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы	47,3	47,3	55,6	55,6	135,5
в грунтах II группы	38,5	38,5	47,6	47,6	116
в грунтах III группы	31,7	31,7	39,1	39,1	93,4
в грунтах IV группы	24,4	24,4	29,4	29,4	69,3
3.2. Нормальная рукоятка и ковш емкостью, м <sup>3</sup>	0,63		1,0 (со сдвигом верхней части стрелы)	1,0	
3.2.1. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов 1:0,67)					
глубина выемки	3,0/2,3		1,9/1,6	4,0/2,3	
ширина выемки по верху	6,4/7,4		3,9/4,3	6,9/8,8	
ширина выемки по дну	2,4/4,3		1,4/2,2	1,5/5,8	
высота отвала	4,0		2,5	4,5	
ширина отвала в основании	8,0		5,0	9,0	
3.2.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы	55,6		68,2	68,2	
в грунтах II группы	47,6		57,1	57,1	
в грунтах III группы	-		46,0	46,0	
в грунтах IV группы	-		34,2	-	

Продолжение приложения 2

I	2	3	4	5	6
3.3. Нормальная рукоять и ковш емкостью, м <sup>3</sup>	0,2				
3.2.1. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов выемки I:0,67)					
глубина выемки	2,9/2,3				
ширина выемки по верху	6,8/7,7				
ширина выемки по дну	2,9/4,6				
высота отвала	4,1				
ширина отвала в основании	8,2				
3.3.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы	20,3				
в грунтах II группы	16,5				
в грунтах III группы	13,1				
в грунтах IV группы	9,8				
3.4. Удлиненная рукоять и ковш емкостью, м <sup>3</sup>	0,4		0,4	0,65	
3.4.1. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов выемки I:0,67)					
глубина выемки	3,6/2,3		5,5/4,5	5,4/2,3	
ширина выемки по верху	7,4/9,5		8,4/8,5	8,4/10,0	
ширина выемки по дну	2,6/6,4		1,0/2,5	1,2/6,9	
высота отвала	4,6		5,5/5,4	5,6/4,8	
ширина отвала в основании	9,2		11,0/10,8	11,2/9,6	
3.4.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы	41,1		41,1	49,6	
в грунтах II группы	32,8		32,8	42,9	

Продолжение приложения 2

I	2	3	4	5	6
в грунтах III группы	26,1		26,1	33,7	
в грунтах IV группы	19,5		19,5	29,4	
3.5. Удлиненная рукоять и ковш емкостью, м <sup>3</sup>	0,2				
3.5.1. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при круговые откосы выемки 1:0,67)					
глубина выемки	3,7/2,3				
ширина выемки по верху	7,3/9,5				
ширина выемки по дну	2,4/6,4				
высота отвала	4,6				
ширина отвала в основании	9,2				
3.5.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы	19,0				
в грунтах II группы	15,4				
в грунтах III группы	12,2				
в грунтах IV группы	9,1				
4. Разработка грунта местных выемок грейферным оборудованием с выгрузкой грунта в отвал					
4.1. Емкость грейферного ковша, м <sup>3</sup>	0,32			0,8	
4.2. Наибольшая глубина копания,	7,5			10,4	
4.3. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы	25,2			57,8	
в грунтах II группы	20,1			50,0	

Продолжение приложения 2

I.	2	3	4	5	6
5. Погрузка сыпучих материалов из штабеля в автомобили-самосвалы грейферным оборудованием					
5.1. Емкость 2-челюстного грейферного ковша, м <sup>3</sup>				1,0	1,0
5.2. Параметры штабеля, м					
5.2.1. Высота штабеля				3,2	3,25
5.2.2. Ширина штабеля в основании				6,4	6,5
5.3. Эксплуатационная производительность при погрузке сыпучих материалов с объемной массой 1,6 т/м <sup>3</sup> , м <sup>3</sup> /ч				63,0	63,0
6. Разработка грунта при рытье колодцев грейферным оборудованием с выгрузкой грунта в отвал					
6.1. Емкость 5-челюстного грейферного ковша, м <sup>3</sup>	0,5				
6.2. Наибольшая глубина копания, м	7,5				
6.3. Эксплуатационная производительность в грунтах I-II групп, м <sup>3</sup> /ч	15,0				
7. Рыхление мерзлого грунта сезонного промерзания гидромолотом СП-71.				СП-62	
7.1. Наибольшая глубина рыхления, м	5,3			7,0	
7.2. Наибольшая глубина рыхления за один проход, м	0,9			1,3	
7.3. Средняя мощность слоя при послойном рыхлении, м	0,5			0,9	
7.4. Наибольший радиус рыхления, м	7,6			7,8	
7.5. Наименьший радиус рыхления, м	3,5			3,2	
7.6. Рациональная ширина полосы рыхления, м	5,0			6,5	
7.7. Эксплуатационная производительность при рыхлении грунта III группы, м <sup>3</sup> /ч	7,0			15,0	
8. Рыхление мерзлого грунта сезонного промерзания зубом-рыхлителем					
8.1. Глубина рыхления за один проход, м	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5

Продолжение приложения 2

I	2	3	4	5	6
8.2. Ширина полосы рыхления, м	6,1	6,0	7,9	8,1	12,0
8.3. Эксплуатационная производительность при рыхлении грунта сезонного промерзания, м <sup>3</sup> /ч	17,3	18,0	20,0	28,0	32,0
9. Разработка грунта в траншеях обратной лопатой с профильным ковшом и выгрузка грунта в отвал					
9.1. Емкость профильного ковша, м <sup>3</sup>		0,5			
9.2. Параметры траншей, м					
глубина		1,0			
ширина по верху		3,9			
ширина по дну		0,5			
9.3. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы		28,7			
в грунтах II группы		25,0			
10. Разработка выемок лобовым забоем обратной лопатой с захватно-клевцовым устройством при совмещении оси движения экскаватора с осью выемки					
10.1. Емкость ковша, м <sup>3</sup>				0,65	
10.2. Наибольшие параметры выемки, м (при крутизне откосов 1:0,67)					
глубина				5,0/2,3	
ширина по верху				7,7/7,8	
ширина по дну				1,0/4,7	
10.3. Эксплуатационная производительность при разработке грунтов сезонного промерзания с глубиной промерзания до I м, м <sup>3</sup> /ч					
трехзубое захватно-клевцовое устройство				19,4	
однозубое захватно-клевцовое устройство				33,8	

Продолжение приложения 2

I	2	3	4	5	6
II. Уплотнение грунта уплотняющими плитами к гидромолотам СП-71				СП-62	
II.1. Наибольшая глубина уплотнения, м	5,2			6,14	
II.2. Глубина уплотняемого слоя, м	до 1,0			до 1,2	
II.3. Коэффициент уплотнения	0,95-0,97			0,85-0,97	
II.4. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч при уплотнении супесей	8,7			20,2	
при уплотнении суглинков	8,5			19,5	
12. Разработка выемок лобовым забоем, прямой лопатой с погрузкой грунта в автомобили-самосвалы					
12.1. Ковш емкостью, м <sup>3</sup>				1,0 (с открытым днищем)	2,0
12.1.1. Параметры выемки, м (при крутизне откосов 1:0,5) высота ширина по верху ширина по дну				3,55 14,0 10,0	4,6 17,0 12,4
12.1.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> в грунтах I группы в грунтах II группы в грунтах III группы в грунтах IV группы				121,9 106 86 73	175,9 153 124,1 -
12.2. Ковш емкостью, м <sup>3</sup>				1,0 (поворотный)	

72

## Продолжение приложения 2

I	2	3	4	5	6
12.2.1. Параметры выемки, м (при крутизне откосов I:0,5)					
высота				3,65	
ширина по верху				14,4	
ширина по дну				10,75	
12.2.2. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы				121,9	
в грунтах II группы				106	
в грунтах III группы				85,5	
в грунтах IV группы				72,6	
13. Погрузка в автомобили-самосвалы сыпучих грунтов из штабеля прямой лопатой					
73 13.1. Ковш емкость, м <sup>3</sup>				1,5	2,8
13.2. Параметры штабеля, м					
высота				2,8	3,4
ширина в основании				5,6	6,8
13.3. Эксплуатационная производительность, м <sup>3</sup> /ч					
в грунтах I группы				188	282,6
в грунтах II группы				153	230



Приложение 3

Сравнение удельных приведенных затрат при разработке траншей гидравлическими экскаваторами, оборудованными обратной лопатой, с отсыпкой грунта в отвал (индекс уд. приведенных затрат по экскаватору ЭО-3322Б принят равным 1,0)

Исходные данные			Индексы уд. приведенных затрат по экскаваторам			
объем разрабатываемого грунта, м <sup>3</sup>	дальность перебазировки, км	группа грунта	ЭО-3322Б	ЭО-4321	Э-5015А	ЭО-4121А
			4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7
1000	5	I	1,0	0,95	1,04	0,98
		II	1,0	0,99	1,03	0,99
		III	1,0	0,99	1,03	0,99
		IV	1,0	1,0	1,02	0,99
	15	I	1,0	0,96	1,07	1,07
		II	1,0	0,99	1,06	1,07
		III	1,0	0,99	1,06	1,05
		IV	1,0	1,0	1,04	1,04
	50	I	1,0	0,98	1,2	1,27
		II	1,0	1,0	1,18	1,25
		III	1,0	1,0	1,15	1,20
		IV	1,0	1,01	1,13	1,17
2000	5	I	1,0	0,94	1,02	0,9
		II	1,0	0,97	1,02	0,95
		III	1,0	0,98	1,02	0,95
		IV	1,0	0,99	1,08	0,96
	15	I	1,0	0,94	1,04	0,97
		II	1,0	0,98	1,04	0,99
		III	1,0	0,98	1,03	0,99
		IV	1,0	0,997	1,03	0,99
	50	I	1,0	0,96	1,13	1,11
		II	1,0	0,99	1,11	1,11
		III	1,0	1,0	1,1	1,07
		IV	1,0	1,0	1,08	1,06
3000	5	I	1,0	0,93	1,02	0,9
		II	1,0	0,97	1,02	0,94
		III	1,0	0,98	1,02	0,94

Продолжение приложения 3

I	2	3	4	5	6	7	
5000	15	IV	1,0	0,99	1,01	0,95	
		I	1,0	0,94	1,03	0,94	
		II	1,0	0,97	1,03	0,97	
		III	1,0	0,98	1,02	0,97	
	50	IV	1,0	0,99	1,02	0,97	
		I	1,0	0,95	1,09	1,04	
		II	1,0	0,98	1,08	1,03	
		III	1,0	0,99	1,07	1,02	
	5	IV	1,0	0,997	1,06	1,02	
		I	1,0	0,93	1,01	0,89	
		II	1,0	0,97	1,01	0,92	
		III	1,0	0,98	1,01	0,93	
	15	IV	1,0	0,99	1,01	0,94	
		I	1,0	0,93	1,02	0,90	
		II	1,0	0,97	1,02	0,94	
		III	1,0	0,98	1,02	0,94	
50	IV	1,0	0,99	1,015	0,95		
	I	1,0	0,94	1,06	0,98		
	II	1,0	0,97	1,05	0,99		
	III	1,0	0,98	1,05	0,99		
10000	5	IV	1,0	0,99	1,04	0,99	
		I	1,0	0,92	1,01	0,88	
		II	1,0	0,96	1,01	0,90	
		III	1,0	0,97	1,01	0,91	
	15	IV	1,0	0,99	1,01	0,93	
		I	1,0	0,93	1,01	0,89	
		II	1,0	0,96	1,01	0,92	
		III	1,0	0,97	1,01	0,92	
	50	IV	1,0	0,99	1,01	0,94	
		I	1,0	0,93	1,04	1,19	
		II	1,0	0,97	1,03	0,93	
		III	1,0	0,98	1,03	0,95	
			IV	1,0	0,99	1,02	0,95

Приложение 4

Сравнение удельных приведенных затрат при разработке граней гидравлическими экскаваторами, оборудованными обратной лопатой, с погрузкой грунта в автотранспорт (индекс уд. приведенных затрат по экскаватору ЭО-3322Б принят равным 1,0)

Исходные данные			Индексы уд. приведенных затрат по экскаваторам			
объем разрабатываемого грунта, м <sup>3</sup>	дальность перебазировки, км	группа грунта	ЭО-3322Б	ЭО-432I	Э-50I5A	ЭО-4I2IA
			4	5	6	7
I	2	3	4	5	6	7
1000	5	I	1,0	0,99	1,03	0,99
		II	1,0	0,95	1,03	0,95
		III	1,0	0,95	1,02	0,93
		IV	1,0	0,97	1,02	0,94
	15	I	1,0	0,99	1,06	1,07
		II	1,0	0,96	1,05	1,02
		III	1,0	0,95	1,04	0,97
		IV	1,0	0,97	0,83	0,99
	50	I	1,0	1,0	1,18	1,25
		II	1,0	0,98	1,16	1,18
		III	1,0	0,96	1,13	1,13
		IV	1,0	0,98	1,11	1,1
2000	5	I	1,0	0,97	1,02	0,95
		II	1,0	0,94	1,02	0,91
		III	1,0	0,94	1,02	0,9
		IV	1,0	0,96	1,01	0,92
	15	I	1,0	0,98	1,03	0,99
		II	1,0	0,95	1,03	0,95
		III	1,0	0,94	1,03	0,93
		IV	1,0	0,97	1,02	0,94
	50	I	1,0	0,99	1,11	1,11
		II	1,0	0,96	1,09	1,05
		III	1,0	0,95	1,08	1,01
		IV	1,0	0,97	1,06	1,01
3000	5	I	1,0	0,97	1,02	0,94
		II	1,0	0,94	1,01	0,9

Продолжение приложения 4

I	2	3	4	5	6	7
5000	15	III	I,0	0,94	I,01	0,89
		IV	I,0	0,96	I,01	0,9
		I	I,0	0,97	I,03	0,97
		II	I,0	0,94	I,02	0,93
	50	III	I,0	0,94	I,02	0,91
		IV	I,0	0,96	I,02	0,93
		I	I,0	0,98	I,08	I,05
		II	I,0	0,95	I,07	0,99
	5	III	I,0	0,94	I,06	0,97
		IV	I,0	0,96	I,05	0,97
		I	I,0	0,97	I,01	0,92
		II	I,0	0,94	I,01	0,89
10000	15	III	I,0	0,93	I,01	0,88
		IV	I,0	0,95	I,01	0,90
		I	I,0	0,97	I,02	0,94
		II	I,0	0,94	I,02	0,90
	50	III	I,0	0,93	I,01	0,89
		IV	I,0	0,96	I,01	0,91
		I	I,0	0,97	I,05	0,99
		II	I,0	0,94	I,05	0,95
	5	III	I,0	0,94	I,04	0,93
		IV	I,0	0,96	I,03	0,94
		I	I,0	0,96	I,01	0,91
		II	I,0	0,93	I,01	0,88
15	III	I,0	0,93	I,01	0,88	
	IV	I,0	0,95	I,01	0,89	
	I	I,0	0,96	I,01	0,92	
	II	I,0	0,93	I,01	0,89	
50	III	I,0	0,93	I,01	0,88	
	IV	I,0	0,95	I,01	0,90	
	I	I,0	0,97	I,03	0,95	
	II	I,0	0,94	I,03	0,91	
	50	III	I,0	0,93	I,02	0,90
		IV	I,0	0,96	I,02	0,92

Приложение 5

Сравнение удельных приведенных затрат при разработке котлованов гидравлическими экскаваторами, оборудованными обратной лопатой, с погрузкой грунта в автотранспорт (индекс уд. приведенных затрат по экскаватору ЭО-3322Б принят равным 1,0)

Исходные данные			Индекс уд. приведенных затрат по экскаваторам						
объем разрабатываемого грунта, м <sup>3</sup>	дальность перебазировки, км	группа грунта	ЭО-3322Б	ЭО-4321	Э-5015А	ЭО-4121А (0,65 м <sup>3</sup> )	ЭО-4121А (1 м <sup>3</sup> )	ЭО-5122	ЭО-6122
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5000	5	I	1,0	0,94	1,01	0,89	0,78	0,85	1,18
		II	1,0	0,95	1,01	0,9	0,74	0,81	1,11
		III	1,0	0,91	1,01	0,86	0,76	0,84	1,15
		IV	1,0	0,93	1,01	0,88	0,77	0,88	1,18
	15	I	1,0	0,94	1,02	0,91	0,80	0,87	1,23
		II	1,0	0,95	1,02	0,92	0,76	0,82	1,15
		III	1,0	0,91	1,01	0,87	0,77	0,86	1,18
		IV	1,0	0,93	1,01	0,89	0,79	0,89	1,21
	50	I	1,0	0,95	1,05	0,96	0,86	0,96	1,42
		II	1,0	0,96	1,04	0,96	0,81	0,90	1,31
		III	1,0	0,91	1,04	0,91	0,81	0,92	1,31
		IV	1,0	0,93	1,03	0,92	0,82	0,94	1,31
10000	5	I	1,0	0,94	1,01	0,89	0,77	0,82	1,11
		II	1,0	0,95	1,01	0,90	0,73	0,78	1,05

Продолжение приложения 5

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
64 15000	15	III	1,0	0,91	1,01	0,86	0,75	0,82	1,09
		IV	1,0	0,93	1,01	0,87	0,77	0,86	1,14
		I	1,0	0,94	1,01	0,89	0,78	0,83	1,13
		II	1,0	0,95	1,01	0,90	0,74	0,79	1,07
	50	III	1,0	0,77	1,01	0,86	0,76	0,83	1,11
		IV	1,0	0,71	1,01	0,88	0,78	0,87	1,16
		I	1,0	0,94	1,03	0,92	0,81	0,88	1,23
		II	1,0	0,95	1,03	0,93	0,77	0,83	1,15
	5	III	1,0	0,91	1,02	0,88	0,78	0,86	1,18
		IV	1,0	0,93	1,02	0,89	0,79	0,89	1,21
		I	1,0	0,94	0,95	0,88	0,77	0,81	1,08
		II	1,0	0,95	1,01	0,89	0,73	0,77	1,02
	15	III	1,0	0,91	1,01	0,85	0,75	0,81	1,08
		IV	1,0	0,93	1,01	0,87	0,77	0,86	1,13
		I	1,0	0,94	1,01	0,89	0,77	0,82	1,09
		II	1,0	0,95	1,01	0,89	0,73	0,78	1,04
	50	III	1,0	0,91	1,01	0,86	0,75	0,82	1,09
		IV	1,0	0,93	1,01	0,88	0,77	0,86	1,14
		I	1,0	0,94	1,02	0,91	0,79	0,85	1,16
		II	1,0	0,95	1,02	0,91	0,75	0,80	1,09
		III	1,0	0,91	1,02	0,87	0,77	0,84	1,13
		IV	1,0	0,93	1,01	0,88	0,78	0,88	1,17

Продолжение приложения 5

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25000	5	I	1,0	0,93	1,01	0,88	0,76	0,80	1,06
		II	1,0	0,95	1,01	0,89	0,73	0,76	1,01
		III	1,0	0,91	1,01	0,85	0,75	0,76	1,06
		IV	1,0	0,93	1,01	0,87	0,77	0,85	1,12
	15	I	1,0	0,94	1,01	0,88	0,77	0,80	1,07
		II	1,0	0,95	1,01	0,89	0,73	0,77	1,02
		III	1,0	0,91	1,01	0,85	0,75	0,81	1,07
		IV	1,0	0,93	1,01	0,87	0,77	0,86	1,12
	50	I	1,0	0,94	1,02	0,89	0,78	0,82	1,11
		II	1,0	0,95	1,01	0,90	0,74	0,78	1,05
		III	1,0	0,91	1,01	0,86	0,76	0,82	1,09
		IV	1,0	0,93	1,01	0,88	0,78	0,87	1,15
50000	5	I	1,0	0,93	1,01	0,88	0,76	0,79	1,04
		II	1,0	0,95	1,01	0,89	0,72	0,76	0,99
		III	1,0	0,91	1,01	0,85	0,75	0,80	1,05
		IV	1,0	0,93	1,01	0,87	0,77	0,85	1,11
	15	I	1,0	0,93	1,01	0,88	0,76	0,79	1,05
		II	1,0	0,95	1,01	0,89	0,73	0,76	0,99
		III	1,0	0,91	1,01	0,85	0,75	0,80	1,05
		IV	1,0	0,93	1,01	0,87	0,77	0,85	1,11
	50	I	1,0	0,93	1,01	0,88	0,77	0,80	1,07
		II	1,0	0,95	0,99	0,89	0,73	0,77	1,01
		III	1,0	0,91	1,01	0,86	0,75	0,81	1,07
		IV	1,0	0,93	1,01	0,87	0,77	0,86	1,12

08

Продолжение приложения 5

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100000	5	I	1,0	0,93	1,01	0,88	0,76	0,79	1,03
		II	1,0	0,94	1,01	0,89	0,72	0,75	0,98
		III	1,0	0,90	1,01	0,85	0,74	0,79	1,04
		IV	1,0	0,92	1,01	0,87	0,77	0,85	1,11
	15	I	1,0	0,93	1,01	0,88	0,76	0,79	1,04
		II	1,0	0,95	1,01	0,89	0,72	0,75	0,99
		III	1,0	0,90	1,01	0,85	0,75	0,79	1,05
		IV	1,0	0,92	1,01	0,87	0,77	0,85	1,11
	50	I	1,0	0,93	1,01	0,88	0,76	0,79	1,05
		II	1,0	0,94	1,01	0,89	0,73	0,76	0,99
		III	1,0	0,91	1,01	0,85	0,75	0,80	1,05
		IV	1,0	0,93	1,01	0,87	0,77	0,85	1,11



Приложение 6

Технологические возможности зачистных устройств на ковшах гидравлических экскаваторов

Глубина копанья с зачисткой, м	Модель экскаватора																					
	Э-5015А						ЭО-3322Б						ЭО-4121А									
	без учета угла естественного откоса	с учетом угла естественного откоса, град.					без учета угла естественного откоса	с учетом угла естественного откоса, град.					без учета угла естественного откоса	с учетом угла естественного откоса, град.								
		45	50	56	63	76		90	45	50	56	63		76	90	45	50	56	63	76	90	
0,5	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
1,0	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
1,5	2,6	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
2,0	2,5	1,75	2,1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	1,5	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
2,5	2,3	1,0	1,4	1,9	2,3	2,3	2,3	1,9	0,6	1,2	1,7	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
3,0	2,1	0,1	0,2	1,2	1,8	2,2		1,8	-	0,3	0,9	1,4	1,8		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
3,5	2,0	-	-	-	1,2			1,5	-	-	-	0,7			1,4	0,9	1,4		1,4			
4,0	2,0	-	-	-	0,3			1,4	-	-	-	-			1,3	-	0,7		1,3			
4,5	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-			1,1	-	-		1,0			
5,0	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-			1,0	-	-		0,5			

Приложение 7

Технологические возможности гидравлического экскаватора ЭО-3322В с полуавтоматической системой для планировочных работ

Глубина копания с зачистной, м	Длина зачистки с одной стоянки экскаватора (с учетом угла естественного откоса), град.					
	45	50	56	63	76	90
0,5	<u>2,63</u>	<u>2,71</u>	<u>2,79</u>	<u>2,83</u>	<u>2,83</u>	<u>2,83</u>
	3,47	3,55	3,63	3,71	3,85	3,97
1,0	<u>1,99</u>	<u>2,15</u>	<u>2,31</u>	<u>2,48</u>	<u>2,74</u>	<u>2,98</u>
	2,85	3,01	3,17	3,34	3,6	3,85
1,5	<u>1,31</u>	<u>1,55</u>	<u>1,79</u>	<u>2,04</u>	<u>2,44</u>	<u>2,81</u>
	2,18	2,42	2,66	2,91	3,31	3,68
2,0	<u>0,57</u>	<u>0,89</u>	<u>1,22</u>	<u>1,55</u>	<u>2,07</u>	-
	1,48	1,8	2,13	2,46	2,98	
2,5	-	<u>0,18</u>	<u>0,59</u>	<u>1,0</u>	<u>1,66</u>	
	0,73	1,33	1,54	1,95	2,61	
3,0	-	-	-	<u>0,38</u>	<u>1,16</u>	
		0,4	0,89	1,39	2,17	
3,5	-	-	-	-	-	
				0,76		
4,0	-	-	-	-	-	
				0,07		

Примечание. В числителе указана длина зачистки при оборудовании экскаватора нормальной рукоятью, в знаменателе - с удлиненной рукоятью.

Приложение 8

Технологические возможности роторных граншейных экскаваторов

Наименование	ЭТР-134	ЭТР-204	ЭТР-223	ЭТР-253А
Размеры обриваемой граншей, м				
глубина	1,3	2,0	2,2	2,5
ширина	0,28	1,2	1,5	2,1
Эксплуатационная производительность* для группы грунтов, м <sup>3</sup> /ч				
I	-	270,86	271,3	420
II	-	254,51	265,64	362,25
III	-	206,14	215,25	250,5
IV	-	147,5	144,6	164,25

\* По данным Центра НОТ "Нефтегазстройгруд".

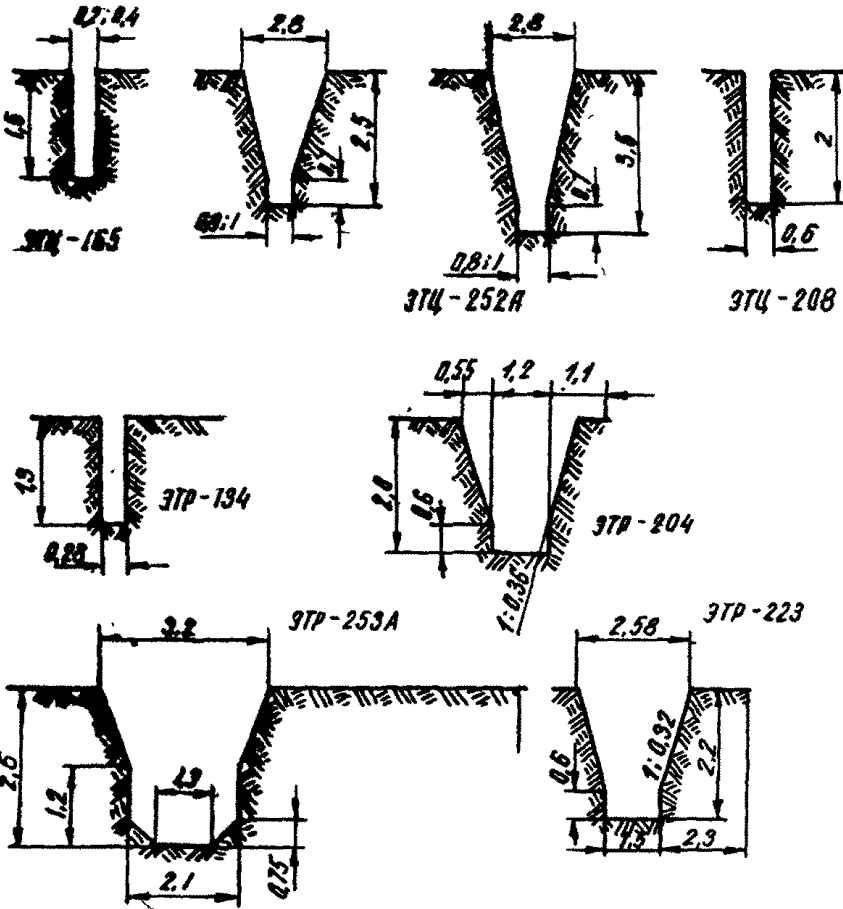
## Технологические возможности цепных гранейных экскаваторов

Наименование	ЭЦ-165	ЭЦ-208А	ЭЦ-252
Размеры отрываемой траншеи, м			
глубина	1,6	2,0	2,5
ширина	0,2; 0,27,	0,4; 0,6	0,6; 1,0
Эксплуатационная производительность на грунтах категорий, * м <sup>3</sup> /ч			
I			110*
II			95*
III			74*
IV			-

\* По данным Центра НОТ "Нефтегазстройгруд".

Приложение 10

Размеры и профили траншей (м), отрываемых траншейными экскаваторами



Приложение II

Таблица I

Технологические возможности скреперов

Наименование	Марки самоходных скреперов			Марки прицепных скреперов			
	Д-357И	ДЗ-13	ДЗ-115	ДЗ-33	ДЗ-111	ДЗ-203	ДЗ-77
Емкость ковша (геометрическая), м <sup>3</sup>	8	15	15	3	4,5	7	8
Ширина резанья, мм	2750	2926	3040	2100	2430	2680	2718
Глубина резанья, мм	230,0	350	350	200	130	300	350
Толщина слоя отсыпки, мм	55	55	55	30	40	25	50
Наибольшая скорость движения, км/ч	40	43	50	II	10	9	9
Рекомендуемый трактор-толкач	ДЗ-45 на тракторе Т-180	ДЗ-121 на тракторе ДЭТ-250	ДЗ-121 на тракторе ДЭТ-250	ДЗ-101 на тракторе Т-4АП	ДЗ-120 на тракторе Т-130	ДЗ-120 на тракторе Т-130; ДЗ-35 на тракторе Т-180	ДЗ-120 на тракторе Т-180; ДЗ-35 на тракторе Т-180

Таблица 2

Усредненная часовая эксплуатационная производительность самоходных скреперов (в соответствии с ЕНиР)

Типы дорог	Дальность транспортировки грунта, м															
	300		500		700		1000		1200		1500		1700		2000	
	Группа грунта															
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
	Д-357П															
Усовершенствованные капитальные	38,5	34,5	33,8	30,5	30,1	27,3	25,9	23,6	23,7	21,7	21,0	19,3	19,5	18,0	17,7	16,3
Усовершенствованные облегченные	38,5	34,5	31,6	28,7	26,9	24,6	21,9	20,3	19,5	18,1	16,8	15,7	15,3	14,4	13,6	12,8
Нижшего типа	38,5	34,5	29,9	27,2	24,5	22,4	19,3	17,8	16,9	15,6	14,2	13,2	12,9	12,0	11,2	10,5
	ДЗ-13															
Усовершенствованные капитальные	83,3	71,4	71,4	61,7	62,5	54,3	52,6	46,1	47,6	41,8	41,7	36,8	38,5	34,0	34,5	30,6
Усовершенствованные облегченные	83,3	71,4	69,9	60,6	60,2	52,6	50,0	43,9	44,6	39,5	38,8	34,5	35,6	31,7	31,6	28,3
Нижшего типа	83,3	71,4	66,7	58,1	55,6	50,0	44,4	39,7	39,2	35,2	33,3	30,1	30,3	27,5	26,7	24,3
	ДЗ-115*															
Усовершенствованные капитальные	83,3	71,4	92,8	80,2	81,3	70,6	68,4	59,9	61,9	54,3	54,2	47,8	50,1	44,2	44,9	39,8
Усовершенствованные облегченные	83,8	71,4	90,9	78,8	78,3	68,4	65,0	57,1	58,0	51,4	50,4	44,9	46,3	41,2	41,1	36,8
Нижшего типа	83,3	71,4	86,7	75,5	72,3	65,0	57,3	51,6	51,0	45,8	43,3	39,1	39,4	35,8	34,7	31,6

\* Производительность скрепера ДЗ-115 принята по расчету (производительность скрепера ДЗ-13 x 1,3).

Таблица 3

Расчетная производительность прицепных скреперов в различных условиях работы

Марка скрепера	Груша грунта	Дальность транспортировки грунта							
		до 100	150	200	250	300	400	500	600
ДЗ-III, емкость ковша 4,5 м <sup>3</sup>	I	48,8	37,9	31,0	26,2	22,7	17,9	14,8	12,6
	II	44,4	34,8	28,6	24,2	21,0	16,7	13,8	11,8
ДЗ-77, емкость ковша 8,0 м <sup>3</sup>	I	88,9	69,1	56,6	47,9	41,5	32,8	27,1	23,0
	II	77,4	61,2	50,6	43,0	37,6	30,0	24,8	21,2
ДЗ-20В, емкость ковша 7,0 м <sup>3</sup>	I	78,6	60,4	50,6	41,2	35,7	28,0	23,1	19,6
	II	68,9	53,9	47,3	37,4	32,5	25,8	21,3	18,1



Приложение I2

Сравнение удельных приведенных затрат при разработке котлована и возведении отсыпаемой насыпи скрепером ДЗ-13 с толкачом ДЗ-118 и скрепером Д-357П с толкачом ДЗ-35 (индекс уд. приведенных затрат при работе со скрепером Д-357П с толкачом ДЗ-35 принят равным 1)

И с х о д н ы е    д а н н ы е					
объем, м <sup>3</sup>	дальность перемещения грунта, м	группа грунта	дальность перебазировки, км		
			5	15	50
1	2	3	4	5	6
5000	300	I	1,0	1,0	1,0
		II	1,03	1,04	1,07
	500	I	0,98	0,99	1,03
		II	1,01	1,03	1,06
	700	I	0,96	0,98	1,02
		II	0,99	1,00	1,04
	1000	I	0,95	0,97	1,01
		II	0,97	0,99	1,03
	1500	I	0,93	0,94	0,96
		II	0,91	0,92	0,95
	2000	I	0,92	0,93	0,96
		II	0,94	0,95	0,97
	5000	I	0,90	0,91	0,92
		II	0,92	0,92	0,94
7000	300	I	0,99	1,01	1,04
		II	1,03	1,04	1,03
	500	I	0,97	0,98	1,01
		II	1,01	1,02	1,04
	700	I	0,95	0,97	0,99
		II	0,99	1,00	1,02
	1000	I	0,95	0,96	0,99
		II	0,97	0,98	1,01
	1500	I	0,93	0,94	0,96
		II	0,91	0,92	0,95
	2000	I	0,92	0,93	0,95
		II	0,94	0,94	0,95
	5000	I	0,90	0,90	0,91
		II	0,92	0,92	0,93

Продолжение приложения 12

I	2	3	4	5	6	
10000	300	I	0,98	0,99	1,00	
		II	1,02	1,03	1,04	
	500	I	0,97	0,97	0,99	
		II	1,00	1,00	1,03	
	700	I	0,95	0,96	0,98	
		II	0,98	0,99	1,01	
	1000	I	0,94	0,95	0,97	
		II	0,97	0,97	1,00	
	1500	I	0,93	0,93	0,95	
		II	0,91	0,91	0,93	
	2000	I	0,91	0,92	0,93	
		II	0,93	0,94	0,95	
	5000	I	0,90	0,90	0,91	
		II	0,92	0,92	0,93	
	15000	300	I	0,98	0,98	1,00
			II	1,02	1,02	1,03
500		I	0,96	0,97	0,98	
		II	1,00	1,00	1,01	
700		I	0,95	0,95	0,97	
		II	0,98	0,98	1,00	
1000		I	0,94	0,94	0,96	
		II	0,96	0,97	0,98	
1500		I	0,92	0,93	0,94	
		II	0,90	0,91	0,92	
2000		I	0,91	0,92	0,93	
		II	0,93	0,94	0,94	
5000		I	0,90	0,90	0,46	
		II	0,85	0,92	0,92	
25000		300	I	0,98	0,98	0,98
			II	1,01	1,02	1,02
	500	I	0,96	0,96	0,97	
		II	0,99	0,99	1,01	
	700	I	0,94	0,95	0,96	
		II	0,98	0,98	0,99	
	1000	I	0,94	0,94	0,94	
		II	0,96	0,97	0,97	
	1500	I	0,92	0,92	0,93	
		II	0,90	0,90	0,91	

Продолжение приложения 12

I	2	3	4	5	6
50000	2000	I	0,91	0,91	0,92
		II	0,93	0,93	0,94
	5000	I	0,90	0,90	0,90
		II	0,92	0,92	0,92
	300	I	0,97	0,97	0,98
		II	1,01	1,01	1,02
	500	I	0,96	0,96	0,96
		II	0,99	0,99	1,00
	700	I	0,94	0,94	0,95
		II	0,98	0,98	0,98
	1000	I	0,93	0,94	0,94
		II	0,96	0,96	0,98
	1500	I	0,92	0,92	0,92
		II	0,90	0,90	0,90
2000	I	0,91	0,91	0,91	
	II	0,93	0,93	0,93	
5000	I	0,90	0,90	0,90	
	II	0,92	0,92	0,92	
100000	300	I	0,97	0,97	0,97
		II	1,01	1,01	1,01
	500	I	0,96	0,96	0,96
		II	0,99	0,99	0,99
	700	I	0,94	0,94	0,94
		II	0,97	0,97	0,98
	1000	I	0,93	0,93	0,94
		II	0,96	0,96	0,96
	1500	I	0,92	0,92	0,92
		II	0,90	0,90	0,90
	2000	I	0,91	0,91	0,91
		II	0,93	0,93	0,93
	5000	I	0,90	0,90	0,90
		II	0,92	0,92	0,92

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Методика и программа определения себестоимости машино-часа землеройных и землеройно-транспортных машин с применением ЭВМ ЕС-1022. ЦНИИОМПИ, 1981 г.
2. Методика и программа определения экономической эффективности комплексно-механизированных технологических процессов производства земляных работ. ЦНИИОМПИ, 1981 г.
3. Инструкция по определению экономической эффективности новых строительных, дорожных, мелиоративных машин, противопожарного оборудования, лифтов, изобретений и рационализаторских предложений. ЦНИИТЭостроймаш, М., 1978 г.
4. Руководство по производству земляных работ одноковшовыми экскаваторами. Стройиздат, 1976 г.
5. Руководство по производству земляных работ скреперами. Стройиздат, 1976 г.
6. Руководство по производству земляных работ бульдозерами. Стройиздат, 1976 г.
7. Руководство по разработке типовых технологических карт в строительстве. ЦНИИОМПИ Госстроя СССР, Стройиздат, 1976 г.

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
Введение .....	3
1. Общие положения .....	5
2. Последовательность построения комплексно-механизи- рованного процесса .....	6
3. Определение условий производства работ .....	6
4. Предварительный выбор способа производства работ	6
5. Выбор средств механизации для отдельных технологи- ческих операций .....	9
5.1. Выбор одноковшовых экскаваторов .....	13
5.2. Выбор траншейных экскаваторов .....	15
5.3. Выбор скреперов .....	17
5.4. Выбор бульдозеров .....	18
6. Определение последовательности операций технологи- ческого процесса и их взаимосвязей .....	20
7. Формирование комплекса машин и механизмов .....	26
7.1. Определение количества машин, участвующих в составе комплекса .....	27
7.2. Определение количества автомобилей-самосвалов для транспортировки грунта .....	30
7.3. Определение состава комплекса машин .....	31
8. Определение показателей комплексно-механизирован- ного процесса .....	32
8.1. Продолжительность комплексно-механизированно- го процесса .....	32
8.2. Трудоемкость комплексно-механизированного процесса .....	33
8.3. Удельные приведенные затраты на единицу про- дукции .....	33
9. Определение эффективности комплексно-механизиро- ванного процесса .....	34
10. Рекомендации по разработке технологической карты комплексно-механизированного процесса производства земляных работ .....	34
Пример 1 построения комплексно-механизированного тех- нологического процесса разработки котлована в немерз- лых грунтах I группы .....	36
Пример 2 построения комплексно-механизированного тех- нологического процесса разработки котлована в крупно- обломочных и трещиновато-скальных грунтах .....	49
Приложения	
1. Перечень операций, применяемых в производстве земляных работ и их индексация .....	58

2. Технологические возможности одноковшовых гидравлических экскаваторов .....	61
3. Сравнение удельных приведенных затрат при разработке траншей гидравлическими экскаваторами, оборудованными обратной лопатой, с отсыпкой грунта в отвал .....	74
4. Сравнение удельных приведенных затрат при разработке траншей гидравлическими экскаваторами, оборудованными обратной лопатой, с погрузкой грунта в автотранспорт .....	76
5. Сравнение удельных приведенных затрат при разработке котлованов гидравлическими экскаваторами, оборудованными обратной лопатой, с погрузкой грунта в автотранспорт .....	78
6. Технологические возможности зачистных устройств на ковшах гидравлических экскаваторов .....	82
7. Технологические возможности гидравлического экскаватора ЭО-3322В с полуавтоматической системой для планировочных работ .....	83
8. Технологические возможности роторных траншейных экскаваторов .....	84
9. Технологические возможности цепных траншейных экскаваторов .....	85
10. Размеры и профили траншей (м), отрываемых траншейными экскаваторами .....	86
11. Технологические возможности скреперов .....	87
12. Сравнение удельных приведенных затрат при разработке котлована и возведении отсыпаемой насыпи скрепером ДЗ-13 с толкачом ДЗ-118 и скрепером Д-357П с толкачом ДЗ-35 .....	90
Литература .....	93

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ПОСТРОЕНИЮ КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ  
ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ**

**Выпуск № 2669/26**

**Редактор Э.И.Абуткина**

**Корректор Е.А.Шамшинович**

---

**Л 96463**                      **Подписано в печать 15.06.1982 г. Формат 60x84/16**  
**Объем 6,0 печ.л.6,02 уч.изд.л. Зак. 653**                      **Тираж 4000 экз. Цена 90 к.**

---

**Бюро внедрения ЦНИИОМШ Госстроя СССР  
103012, Москва, К-12, ул. Куйбышева, 3/8  
Тел. 228-89-24**

---

**Отпечатано в ЦЗМе ВНИИСа Госстроя СССР**