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

gost.e-ecolog.ru

УДК 624.I3:69.002.5(083.I)

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

Методические рекомендации по построению комплексно-механизированных процессов производства земляных работ. М., I982. 96 с. (Госстрой СССР. Центр. науч.-исслед. и проектно-эксперим. ин-т организации, механизации и техн. помощи стр-ву. ЦНИИОМТП. 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 ППР в Оргтехстроях и строительных организациях.

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

(С) Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт организации, механизации и технической помощи строительству Госстроя СССР (ЦНИИОМТП). Бюро внедрения. I982

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 преобретает эффективное применение имеющихся средств механизации, включая новые средства, освоенные 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 разрушения, 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 хозрасчетным комплексным бригадам.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. 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.

I.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, погрузки в транспортные средства, зачистки и доводки дна траншеи до проектных параметров могут выполняться одним траншейным роторным или цепным экскаватором:

I.3. Комплексная механизация предусматривается при:

вертикальной планировке строительных площадок;

разработке всех видов котлованов;

разработке коммуникационных траншей;

возведении всех видов насыпей;

устройстве каналов.

I.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).

I.5. Комплексно-механизированный процесс характеризуется следующими показателями:

продолжительность процесса;

общая трудоемкость 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 технo-рабочий проект по конкретному строительному объекту: топографические планы с указанием рельефа местности, места, отведенные для отвалов грунта и землевозных 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. I.3. В каждом отдельном случае, прежде чем приступить к построению комплексно-механизированного процесса рекомендуется выявить по исходным материалам условия производства работ, приведенные в табл. I.

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
I	2	3	4	5
I.	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	-	-	+
I0.	Стесненность: расстояние до ближайших преград, наличие подходов для машин	+	+	+
II.	Места временного и постоянного складирования грунта	+	+	+
I2.	Дальность транспортирования грунта	+	+	+
I3.	Места разработки привозного грунта для обратной засыпки	-	-	-
I4.	Конструкция оснований насыпей	-	-	+
I5.	Необходимость крепления откосов насыпей	-	-	+
I6.	Объем разработки и укладки грунта	+	+	+
I7.	Объем обратной засыпки и уплотнения грунта	-	-	-
I8.	Возможность ведения взрывных работ	+	+	+
I9.	Наличие землевозных дорог	+	+	+

Продолжение табл. I

I	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 автомобили-самосвалы.

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 взрывных 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 $З_у = \frac{З}{V} = \frac{C_{м.ч} T_о + E_н \frac{K_б Ц T_о}{T_г}}{V}$,

где $З$ – приведенные затраты на весь объем, руб.;

V – объем земляных работ, выполняемый машинами, м³;

$C_{м.ч}$ – себестоимость машиночаса определяется по методике [1];

$T_о$ – продолжительность работы машины при выполнении определенного объема, ч.

$$T_о = \frac{V}{б_{э.ч}},$$

где $б_{э.ч}$ – среднечасовая эксплуатационная производительность, м³/ч;

$K_б$ – коэффициент, учитывающий затраты на доставку машины потребителю и ее монтаж;

$Ц$ – оптовая цена машины, руб.;

$T_г$ – количество часов работы машины в году;

$E_н$ – нормативный коэффициент эффективности равный 0,15.

$$З_у = \frac{C_{м.ч} \frac{V}{б_{э.ч}}}{V} + E_н \frac{K_б Ц \frac{V}{б_{э.ч}}}{T_г б_{э.ч}} = \frac{C_{м.ч}}{б_{э.ч}} + E_н \frac{K_б Ц}{T_г б_{э.ч}} \cdot (1)$$

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

$$З_у = \frac{C_{м.ч.скр}}{б_{э.ч}} + \frac{C_{м.ч.тол}}{б_{э.ч} n_{скр}} + E_н \left(\frac{K_б Ц_{скр}}{T_г б_{э.ч}} + \frac{K_б Ц_{тол}}{T_г б_{э.ч} n_{скр}} \right), (2)$$

где $б_{э.ч}$ – 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

$$З_у = C_{пер} + \frac{C_{м.ч}}{б_{э.ч}} + E_н \frac{K_б Ц}{T_г б_{э.ч}}, (3)$$

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

$$C_{пер} = P \gamma,$$

где γ – объемная масса грунта, т/м³;

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

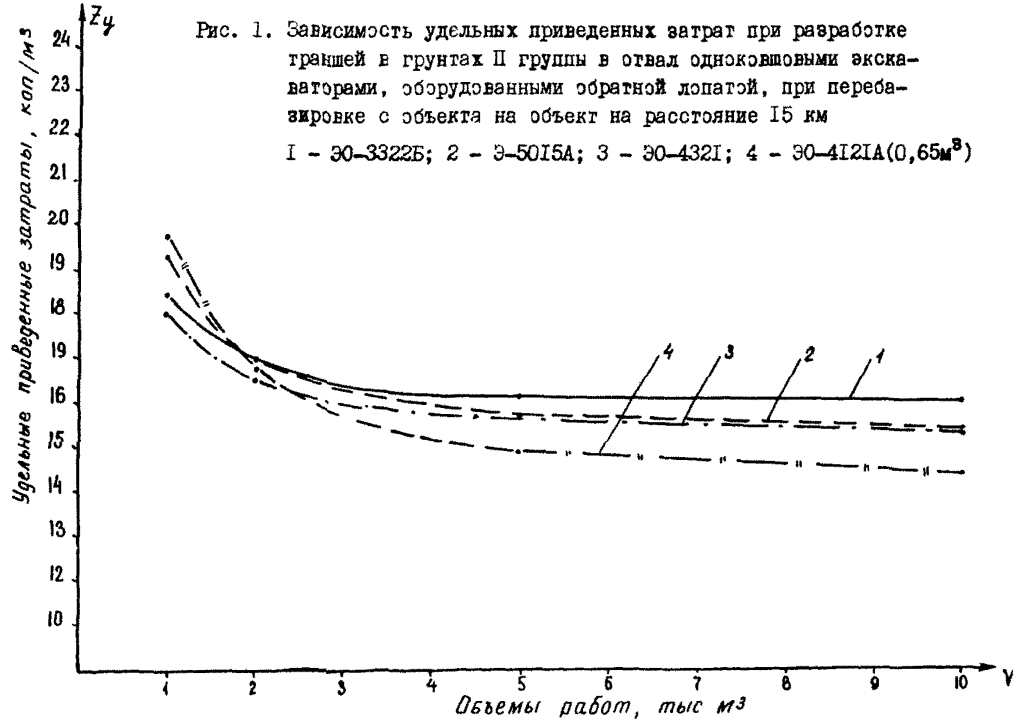
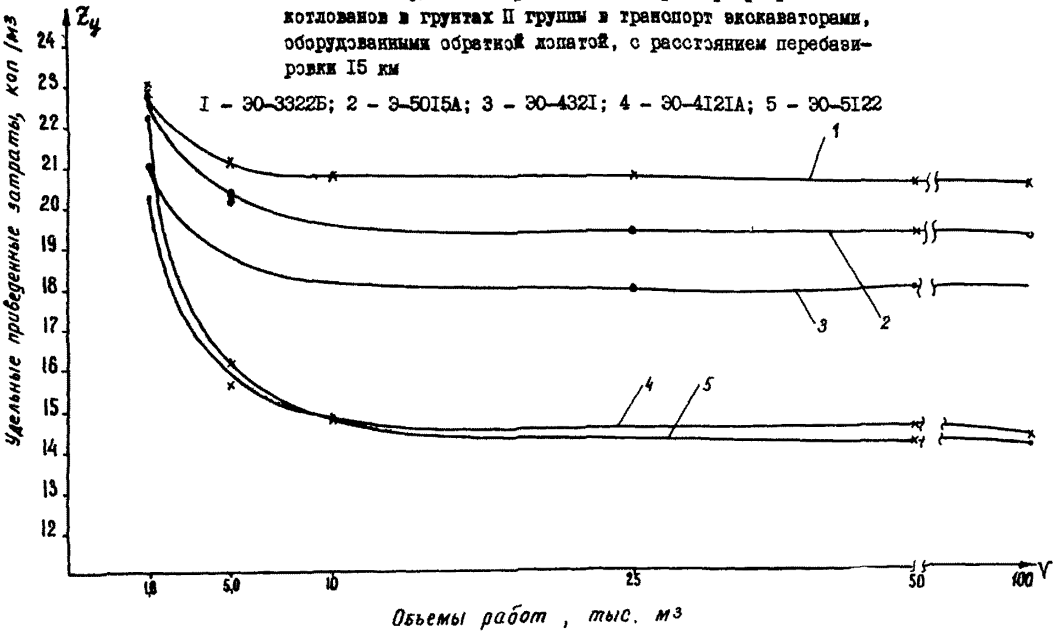


Рис. 1. Зависимость удельных приведенных затрат при разработке траншей в грунтах II группы в отвал одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой, при перебазировке с объекта на объект на расстояние 15 км

I - Э0-3322Б; 2 - Э-5015А; 3 - Э0-4321; 4 - Э0-4121А(0,65м³)

Рис. 2. Зависимость удельных приведенных затрат при разработке котлованов в грунтах II группы в транспорт экскаваторами, оборудованными обратной лопатой, с расстоянием перебазировки 15 км

I – 30-3322Б; 2 – 3-5015А; 3 – 30-4321; 4 – 30-4121А; 5 – 30-5122



5.I. Выбор одноковшовых экскаваторов

Технологические возможности одноковшовых гидравлических экскаваторов, выпускаемых экскаваторными заводами и поступающих в строительство приведены в приложении 2, где показаны также технологические возможности сменного навесного оборудования, включая навесные молоты на гидравлических экскаваторах и захватно-клещевые 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 одноковшовых экскаваторов зависят от объемов работ, группы разрабатываемого грунта и дальности перебазировки. На рис. I показаны зависимости удельных приведенных затрат от различных объемов при разработке траншей в грунтах II группы экскаваторами Э0-432I, Э-50I5А, Э0-3322Б, Э0-4I2I (с ковшом 0,65 м^3), оборудованными обратной лопатой, при отсыпке грунта в отвал и расстоянии перебазировки I5 км. Зависимости удельных приведенных затрат при разработке котлованов в грунтах II группы экскаваторами Э0-432I, Э-50I5А, Э0-3322Б, Э0-4I2I (0,65 м^3), Э0-4I2I (I,0 м^3), Э0-5I22 оборудованными обратной лопатой, при расстоянии перебазировки I5 км, показаны на рис. 2.

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

Таблица 2

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

Глубина выемки, м	Крутизна откосов, I:m *	Модель экскаватора					
		Э0-3322А Э0-3322Б	Э0-3322В	Э0-3I2IА Э-50I5А	Э0-432I	Э0-4I2I Э0-4I2IА	Э0-5I22
		применимость экскаваторов					
I	2	-3	4	5	6	7	8
Разработка траншей экскаваторами, оборудованными обратной лопатой и рукоятью нормальной длины, при среднем угле поворота стрелы 70° (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
	I:I	+	+	+	+	+	+
	I:0,6	+	+	+	+	+	+
	I:0,5	+	+	+	+	+	+
	I:0,25	+	+	+	+	+	+
От 3 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 выемок в один ярус экскаваторами, оборудованными обратной лопатой и удлиненной рукоятью, 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: грейферы напорные, специальные ковши различных типоразмеров, зачистные устройства, планировочные средства, навесные молоты, захватно-клещевые 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-клещевые 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-клещевого 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 Э0–3322В 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.

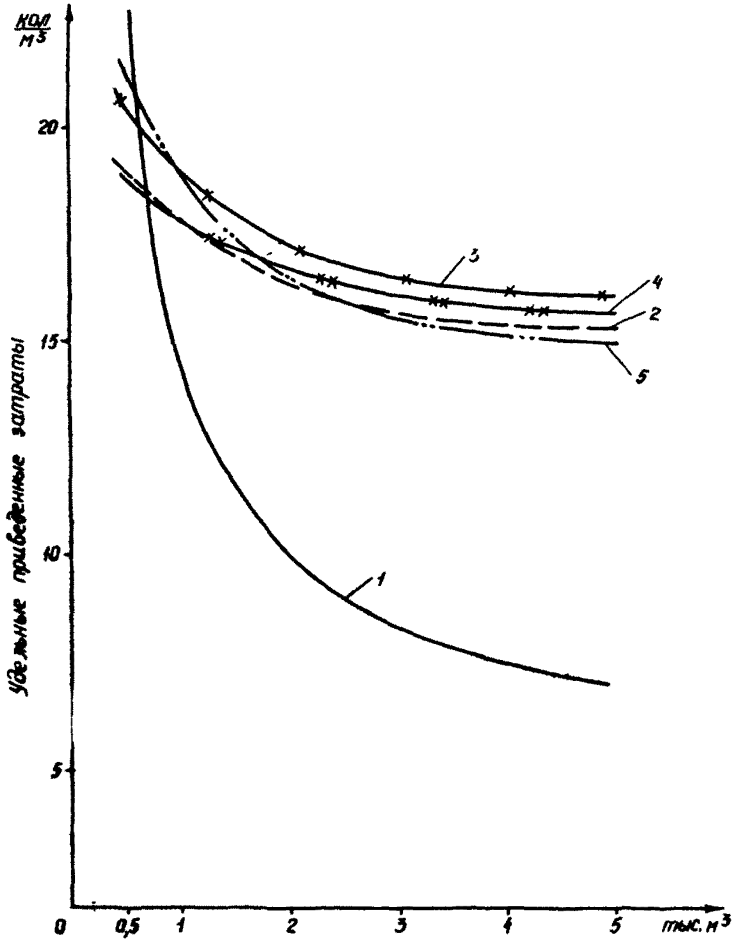


Рис.3. Зависимость удельных приведенных затрат при разработке траншей экскаваторами в грунте II группы

I – Этр-204; 2 – Э0-432I; 3 – Э-50I5А; 4 – Э0-3322Б;

5 – Э0-4I2I ($V_к$ = 0,65 м³)

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^3 (4). Это видно на примере зависимостей удельных приведенных затрат (рис. 3).

5.3. Выбор скреперов

Скреперный способ разработки грунтов I–III групп и рыхленых грунтов эффективен при выполнении больших объемов работ по возведению насыпей, строительству шламонакопителей и очистных сооружений вертикальной планировке с ограниченной дальностью транспортирования (5). Технологические возможности самоходных и прицепных скреперов в различных условиях приведены в приложении 11. Количество скреперов на один толкач выбирается в соответствии с ЕНиР сборник 2 "Земляные работы", выпуск 1.

Экономическая эффективность применения скреперов определяется сравнением приведенных удельных затрат при разработке грунто. в выемках и возведении насыпей в разных грунтовых условиях при различных дальностях транспортирования. В приложении 12 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^3	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	+	+	–	–	–	–	–	+	+	+

$L_{пб} \equiv 5$ км

Продолжение табл. 3

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
7000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
I0000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
I5000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
25000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
50000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
I00000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
$L_{пб}$ = I5 км										
5000	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
7000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
I0000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
I5000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
25000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
50000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
I00000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
$L_{пб}$ = 50 км										
5000	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
7000	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
I0000	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
I5000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
25000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
50000	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
I00000	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+

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.м³	Дальность перемещения грунта, м	Применяемые бульдозеры на тракторах
I	2	3	4	5	6	7
I.	Разработка плодородного слоя грунта в основаниях сооружений на площади котлованов, траншей, выемок и каналов	Плодородный слой	Глубина до I 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.I.Г-I, 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 I,5 м	-	До 20	ДЗ-54 на Т-100 МЗ, ДЗ-27 на Т-130.Г.I
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 3м	-	До 20	ДЗ-54 на Т-100 МЗ
7.	Возведение дорожного полотна на косогорах	-"-	Высота до 5 м	-	-	ДЗ-104 на Т-4АП2, ДЗ-109 на Т-130.I.Г.I
8.	Вертикальная планировка площадей и территорий	-"-	Глубина срезки до I 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.I.Г.I, ДЗ-110А на Т-130, ДЗ-35 на Т-180, ДЗ-118 на ДЭТ-250

Продолжение табл. 4

I	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 I5	ДЗ-42 на ДТ-75, ДЗ-II0А на Т-I30, ДЗ-54 на Т-I00 МЗ
I0.	Нарезка уступов в основаниях насыпей на косогорах, в откосах существующих дорожных насыпей при их расширении	То же	-	-	-	ДЗ-I04 на Т-4АП2, ДЗ-I09 на Т-I30.I.Г.I
II.	Устройство кюветов и водоотводных канав	-"-	Глубина разработки 0,4-0,6 м	-	-	ДЗ-42 на ДТ-75, ДЗ-54 на Т-I00 МЗ
I2.	Устройство въездов на насыпи и выездов из выемок	-"-	-	-	До 30	ДЗ-54 на Т-I00 МЗ, ДЗ-27 на Т-I30.I.Г.I, ДЗ-II0 на Т-I30
I3.	Разработка недоборов в основании котлованов, траншей, выемок и каналов	-"-	Глубина до 0,3	-	До 30	ДЗ-42 на ДТ-75, ДЗ-54 на Т-I00 МЗ
I4.	Разравнивание грунтов в насыпях и отвалах	-"-	Послойное разравнивание	-	До 20	ДЗ-42 на ДТ-75, ДЗ-54 на Т-I00 МЗ, ДЗ-27 на Т-I30.I.Г.I

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:

$$T^{*}_{д.р} = (T_д - Д_в)\cdot\left(I - \frac{Д'_I}{T_д}\right) \text{ дни}, \qquad (4)$$

где $T_д$ – директивный срок разработки или возведения земляного сооружения, дни (календарные);

$T_{д.р}$ – продолжительность технологического процесса, дни (рабочие);

$Д_в$ – количество выходных дней;

$Д'_1$ – 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:

а) на графике перечисляются все требуемые операции (подготовительные, основные и заключительные) с заданными в проектно-сметной документации объемами;

б) откладываются отрезки времени частичного выполнения подготовительных операций, без которых не могут быть начаты основные операции:

$$T_{1м} = \frac{V_{ч.под}}{П_{э_1} n_1 t_{см} K_{см}} + \left(T_{тр_1} + d_{n_1}\right) n_1 \quad \text{дни}, \qquad (5)$$

где $V_{ч.под}$ – объем частичного выполнения подготовительных операций, м³;

$П_{э_1}$ – эксплуатационная производительность машины, занятой на подготовительной операции, м³/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 ($T_{2м}$) на основной операции, обеспечивающего начало работы ведущих машин (например, продолжительность задела по рыхлению мерзлого грунта до начала экскавации):

$$T_{2м} = \frac{V_{зад}}{П_{э2} n_2 t_{см} K_{см}} + (T_{тр_2} + d_{n_2}) n_2 \text{ дни}, \qquad (6)$$

где $V_{зад}$ – объем требуемого задела на основной операции до начала работы ведущей машины, м³;

$П_{э2}$ – эксплуатационная производительность машины, занятой на подготовке задела, м³/ч;

n_2 – количество машин, занятых на подготовке задела;

$T_{тр_2}$ – 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 ($T_{3м}$):

$$T_{3м} = \frac{V_3}{П_{э3} n_3 t_{см} K_{см}} + (T_{тр_3} + d_{n_3}) n_3 \text{ дни}. \qquad (7)$$

где V_3 – объем завершающего этапа заключительной операции, где нет совмещения с основной операцией, м³;

$П_{э3}$ – эксплуатационная производительность машины, занятой на заключительной операции, м³/ч;

n_3 – количество машин, занятых на заключительной операции;

$T_{тр_3}$ – 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 ($T_{д.в}$):

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

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 валунных включений; 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 фундаменты 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 (03), транспортировка грунта в отвал (011), разравнивание грунта на отвале (025) и планировка (030) его откосов, разработка грунта с погрузкой в транспорт (05) на нижнем уступе, дробление негабаритных включений (07), разработка недоборов на дне котлована (017) и в труднодоступных местах (019), разработка местных выемок (020), зачистка дна котлована (022), зачистка вертикальных стенок и дна местных выемок (023), подсыпка песком дна котлована (024).

К заключительным операциям отнесены: перемещение растительного слоя грунта из резерва (301), укладка его (302) и разравнивание (303).

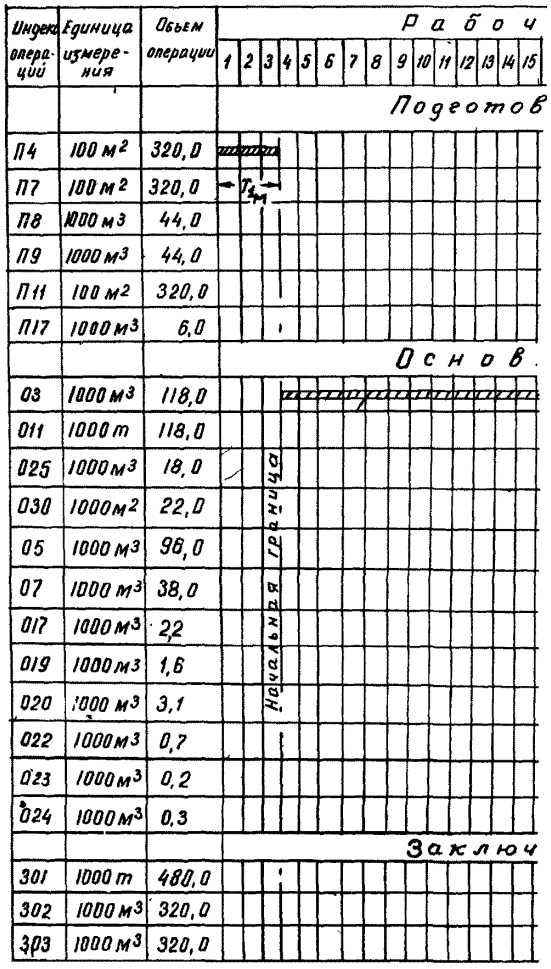
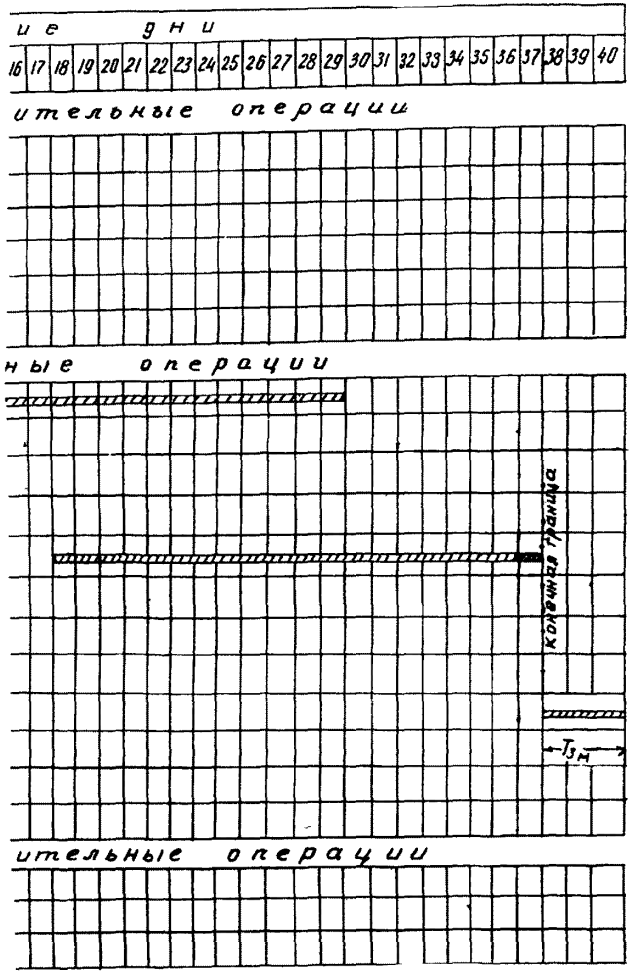


Рис.4. Предварительный график



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 (П11), 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 рыхление 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 рыхлитель 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.I. Определение количества машин, участвующих в составе комплекса.

Количество ведущих машин ($n_в$) равно

$$n_в = \frac{V_{оп.в}}{П_{эв} T_{м.в}}, \qquad (9)$$

где $V_{оп.в}$ – суммарный объем операции, выполняемой одинаковыми ведущими машинами, м³;

$П_{эв}$ – эксплуатационная производительность ведущей машины, м³/ч;

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

$$T_{м.в} = T_{дв} t_{см} K_{см} - Д_{тр.в} t_{см} K_{см} T_{м.в} - d_{пв} t_{см} K_{см}$$

Откуда:

$$T_{м.в} = \frac{(T_{дв} - d_{пв}) t_{см} K_{см}}{1 + Д_{тр.в} t_{см} K_{см}}, \qquad (10)$$

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

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

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

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

$Д_{тр.в}$ – 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":

$$Д_{тр} = \frac{\left[\left(\frac{T_р}{t_{о1}} - \frac{T_р}{t_{с2}}\right) d_{о1} + \left(\frac{T_р}{t_{о2}} - \frac{T_р}{t_{тр}}\right) d_{о2} + \left(\frac{T_р}{t_{тр}} - 1\right) d_{тр}\right] K_ч}{T_р} \text{ дни/маш.-ч}, \qquad (11)$$

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

$t_{o1}, t_{o2}, t_{тр}$ – периодичность технического обслуживания (ТО) или текущего ремонта (ТР), маш.-ч;

$d_{o1}, d_{o2}, d_{тр}$ – продолжительность пребывания машины в едином ТО, ТР, дни;

$K_ч$ – коэффициент перевода мото-часа в маш.-ч.

Зная количество ведущих машин ($n_в$) 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:

$$n_в П_{эв} T_{мв} = n_{g_1} П_{эg_1} T_{мg_1},$$

откуда:

$$n_{g_1} = \frac{n_в П_{эв} T_{м.в}}{П_{эg_1} T_{мg_1}}, \qquad (12)$$

где n_{g_1} – количество дополнительных машин, выполняющих операцию подготовки грунта для экскавации;

$П_{эg_1}$ – эксплуатационная производительность дополнительных машин;

$T_{мg_1}$ – возможная продолжительность работы одной из дополнительных машин, дни:

$$T_{мg_1} = \frac{(T_{gв} - d_{пg_1}) t_{см} K_{см}}{1 + Д_{трg_1} t_{см} K_{см}},$$

где $d_{пg_1}$ – средняя продолжительность перебазировки дополнительной машины, дни;

$Д_{трg_1}$ – 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 послойного 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_{g_2}) равно:

$$n_{g_2} = \frac{V_{g_2}}{П_{эg_2} T_{мg_2}}, \qquad (13)$$

где V_{g2} – 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^3;

$T_{мg_2}$ – возможная продолжительность работы одной из дополнительных машин, маш.-ч:

$$T_{мg_2}=(T_{gp}-T_{трg_2}-d_{пg_2}-T_{т.прg_2})t_{см}K_{см},$$

$$T_{мg_2}=T_{gp}t_{см}K_{см}-D_{т.рg_2}t_{см}K_{см}T_{мg_2}-d_{пg_2}K_{см}t_{см}-T_{т.прg_2},$$

$$T_{мg_2}=\frac{(T_{gp}-d_{пg_2})t_{см}K_{см}-T_{т.прg_2}}{1+D_{т.рg_2}t_{см}K_{см}}, \qquad (14)$$

где $T_{т.прg_2}$ – продолжительность технологических простоев дополнительной машины, ч;

$d_{пg_2}$ – средняя продолжительность перебазировки дополнительной машины, дни;

$D_{трg_2}$ – продолжительность нахождения машины в техническом обслуживании и текущем ремонте, дни/маш.-ч, определяется по формуле (II);

$T_{тр_2}$ – 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

$$T_{g_3}=\frac{V_{g_3}}{П_{эg_3}n_{g_3}t_{см}K_{см}}+(T_{трg_3}+d_{пg_3})n_{g_3}, \qquad (15)$$

где V_{g_3} – объем, выполняемый дополнительной машиной, м^3;

$П_{э_3}$ – эксплуатационная производительность дополнительной машины, м^3/ч;

$T_{трg_3}$ – продолжительность нахождения машины в техническом обслуживании и текущем ремонте, дни. Определяется по формуле (II);

$d_{пg_3}$ – средняя продолжительность перебазировки дополнительной машины, дни;

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

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

$$N = \frac{T_{ц.а}}{T_{пог}},$$

где $T_{ца}$ – время одного цикла автомобиля-самосвала, ч;

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

Время одного цикла автомобиля-самосвала определяется по формуле

$$T_{ца} = T_{тр} + T_{пог},$$

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

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

$$T_{пог} = n T_{ц.э},$$

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

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

$$n = \frac{Q}{\gamma q_к K_н K_р},$$

где Q – грузоподъемность автомобиля-самосвала, т;

γ – объемная масса грунта, т/м^3;

$q_к$ – геометрическая емкость ковша, м^3;

$K_н$ – коэффициент наполнения ковша;

$K_р$ – коэффициент разрыхления грунта.

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

$$в_{э.ч} = \frac{K_н q_к K_р}{T_ц}, \quad T_ц = \frac{K_н q_к K_р}{в_{э.ч}}.$$

Подставив значения n и $T_ц$ в формулу ($T_{пог}$), получим

$$T_{пог} = \frac{Q K_р K_н q_к}{\gamma q_к K_н K_р b_{э.ч}} = \frac{Q}{\gamma b_{э.ч}} .$$

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

$$N = \frac{\frac{2L}{V_{ср}} + T_{раз} + T_{ман} + T_{ожид} + \frac{Q}{\gamma b_{э.ч}}}{\frac{Q}{\gamma b_{э.ч}}} =$$

$$= \frac{\left(\frac{2L}{V_{ср}} + T_{раз} + T_{ман} + T_{ожид} + \frac{Q}{\gamma b_{э.ч}}\right) \gamma b_{э.ч}}{Q} . \quad (16)$$

Продолжительности $T_{раз}$, $T_{ман}$, $T_{ожид}$ 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 формируется вариант 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 ($T_{д.в}$);

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

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

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

Форма I

Состав комплекса машин

Операции технологического процесса	Марка машины и навесного оборудования	Продолжительность пребывания машин на объекте, дни	Количество машин 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 ППР 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 I,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 (I $м^3$ разработанного грунта).

8.I. Продолжительность комплексно-механизированного процесса

Продолжительность комплексно-механизированного процесса (Ткмп) равна или меньше установленной продолжительности технологического процесса.

$$Ткмп \leq Тд.р$$

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

$$Ткмп = Тд.в + T_{п}' + Tз',$$

где Тд.в – продолжительность работы ведущей машины, дни;

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

$T'_в$ – 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 ($\sum \tau$), 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.

$$\sum \tau = \sum_{i=1}^{n} (\tau_{мi} + \tau_{прi}) + \sum \tau_р \quad , \qquad (I7)$$

где $\tau_{мi}$ – затраты труда на выполнение операций одной машиной;

$\tau_{прi}$ – затраты труда за время технологических простоев машины;

$\tau_р$ – 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:

$$З_у = \frac{З_р + C'_{пер} + \sum_{i=1}^{n} C_{мi} T_{oi} + E_н \sum З_{кi}}{V_o} \quad , \qquad (I8)$$

где $З_р$ – затраты на заработную плату рабочих, занятых ручным трудом, руб.

$$З_р = K_{н.з} K_р \lambda C_р \tau_{рр} ,$$

где $K_{н.з}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, $K_{н.з}$=I,3;

$K_р$ – поправочный коэффициент к тарифной ставке;

λ – коэффициент, учитывающий премии, λ = I,25;

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

$\tau_{рр}$ – 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 № I3-0I-0I, руб./т;

B – объем перевозок, т.км.

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

$\sum_{i=1}^{n} C_{мг_i} T_{o_i}$ – затраты на эксплуатацию средств механизации, занятых в данном технологическом процессе на выполнении операций, руб.;

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

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

$E_н$ – нормативный коэффициент эффективности;

$З_{кi}$ – 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:

$$Э_{кмп} = Z_{уа} V_а - Z_у V,$$

где $Z_{уа}, Z_у$ – удельные приведенные затраты для комплекса-аналога и применяемого комплекса, руб./м³;

$V_а, V$ – объем земляных работ для комплекса-аналога и применяемого комплекса, м³.

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

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

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

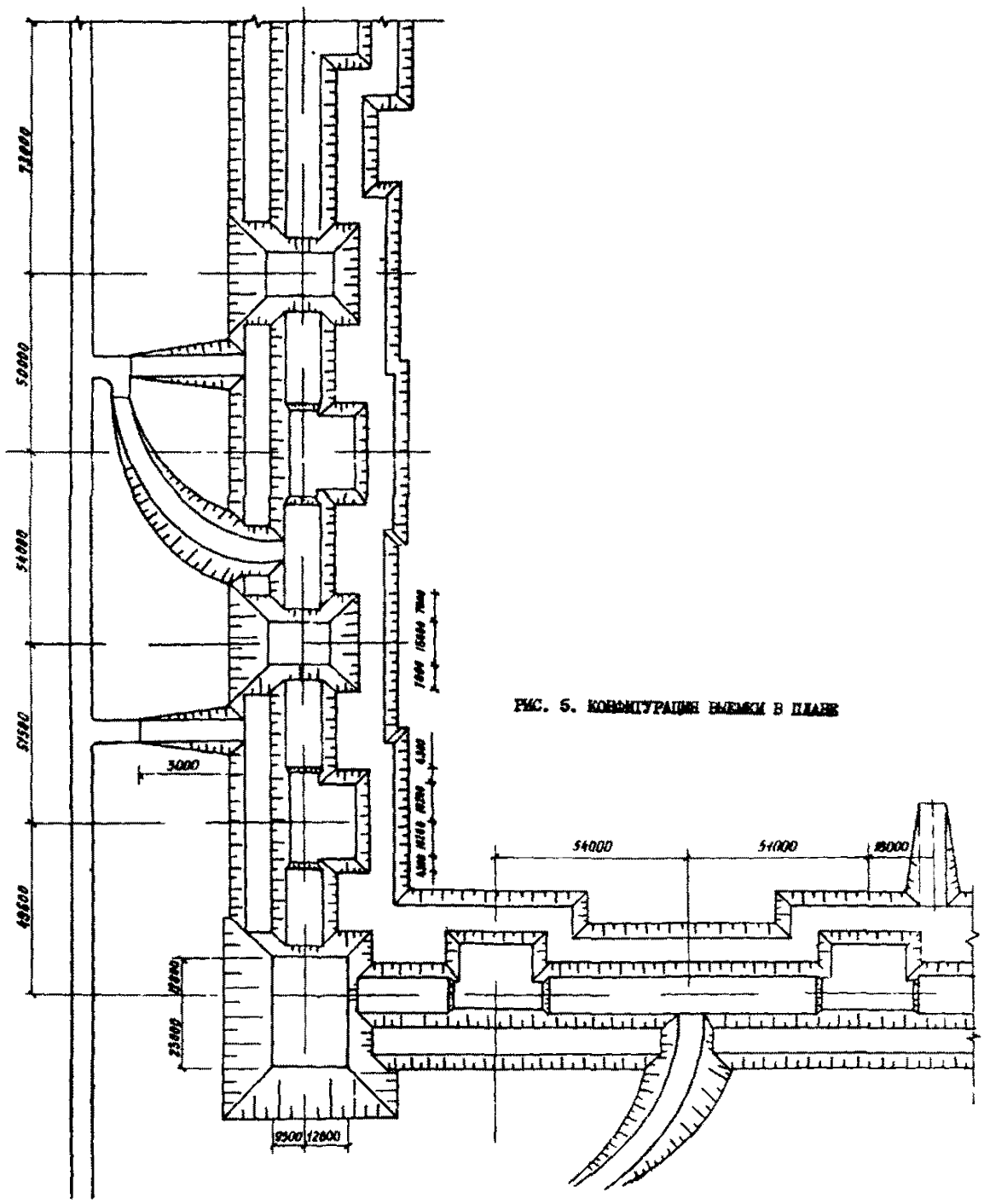


РИС. 5. КОНФИГУРАЦИЯ ВЫЕМКИ В ПЛАНЕ

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 немерзлых грунтах I группы

I. Определение условий производства работ.

I.I. 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 -I5,0).

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 – I9 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.I0. Места временного и постоянного складирования грунта – разработанным грунтом засыпается овраг.

I.II. Дальность транспортирования грунта – I км.

I.I2. Условия по сохранению растительного слоя – растительный слой убран в период проведения вертикальной планировки всей строительной площадки промышленного комплекса.

I.I3. Условия по точности и чистоте поверхностей – по требованиям СНиП III-8-76.

I.I4. Наличие землеводных дорог – дороги имеются.

I.I5. Объемы работ – I32580 $м^3$.

I.I6. Заданный срок строительства – 90 календарных дней.

I.I7. Сметная документация – см. стр. 42.

2. Выбор способа производства работ и определение технологических операций.

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

Для производства работ применяем экскаваторный способ.

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

03-0I7 – разработка грунта I-го яруса и устройство съездов;
04-0I7 – разработка грунта 2-го яруса, устройство съездов;
05 – разработка котлованов, приямков;
0II – транспортирование грунта;
025 – разравнивание грунта на отвале;
022 – зачистка дна котлованов, приямков;
III – планировка поверхности полок, 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 Э0-432I, Э0-4I2IA, Э0-5I22. По экономическим показателям более эффективным является экскаватор Э0-5I22.

Для разработки котлованов и приямков по технологическим возможностям могут быть применены экскаваторы Э0-3322Б и Э0-3322В.

При этом экскаватор Э0-3322В одновременно с разработкой может зачистить дно котлованов и приямков, поэтому выбираем экскаватор Э0-3322В.

Для выполнения работ по планировке полок, съездов, поддержания землевозных дорог внутри котлована в процессе его разработки принимаем бульдозер ДЗ-54 на тракторе Т-I00.

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 Э0-5I22 принимаем автомобиль-самосвал грузоподъемностью I2 т - КрАЗ-256 Б, а от экскаватора Э0-3322В - 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:

$$T_{д.р} = (T_д - Д_в)\ (I - \frac{Д'_I}{T}),$$

где $T_д$ - директивный срок разработки или возведения земляного сооружения, дни (календарные);

$Д_в$ - количество выходных дней;

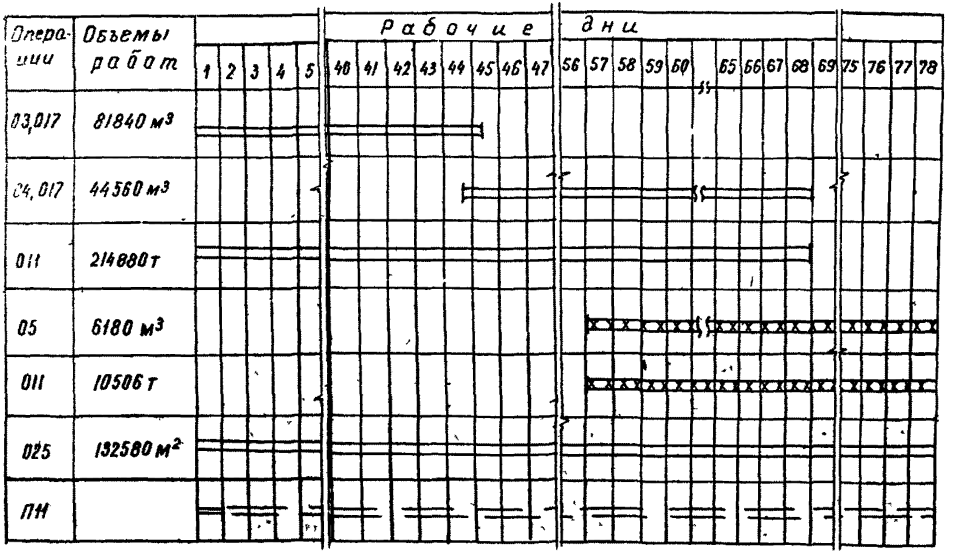


Рис. 6. Предварительный график производства работ при разработке котлована в немерзлых грунтах I группы.

$Д_1'$ – количество дней с неблагоприятными метеорологическими условиями;

$$T_{д.р} - (90-I2)(I - \frac{90}{90}) = 78 \text{ дней.}$$

Принимаем $Д_1' = 0$ в связи с тем, что работы выполняются в летнее время.

На графике откладывают отрезок времени на выполнение заключительных операций.

Заключительной операцией является разработка местных котлованов с зачисткой их дна и приямков на отметке –8,0 экскаватором Э0–3322В.

$$T_{\substack{д.р \\ Э0-3322В}} = \frac{V}{П_э K_{см} t_м} (I+Д_{рт}) + d_n = \frac{6I40}{24\ 7,59\ I,7} (I+0,005)+I=2I \text{ день}$$

или 27I,7 маш.–ч,

где $\frac{\left[\left(\frac{7690}{60} - \frac{7690}{240}\right) 0,2 + \left(\frac{7690}{240} - \frac{7690}{960}\right) 0,6 \left(\frac{7690}{960} - I\right)\right] 8 \quad 0,45}{7690} =$

$= 0,005$ дн/маш.–ч.

$d_n = I$ день; $K_{см} = I,7$; $t_{см} = 7,59$ ч.

На графике обозначаем границы работы экскаватора Э0–5I22.

Экскаватор Э0–5I22 может начать работу с I–го дня (начальная граница).

Исходя из условий разработки данного котлована экскаватор Э0–5I22 должен закончить свою операцию раньше директивного срока с тем, чтобы обеспечить экскаватору Э0–3322В и автомобилям–самосвалам ЗИЛ–ММЗ–555, работающим с ним, необходимый съезд, то есть экскаватор Э0–5I22 должен выйти из котлована на заключительном этапе в тот момент, когда экскаватору Э0–3322В осталось доработать 50% своего объема или на I0 дней раньше. Это является конечной границей для экскаватора Э0–5I22.

5. Формирование комплекса машин.

5.I. Определение количества машин, участвующих в комплексе.

Ведущей машиной в данном комплексе является экскаватор Э0–5I22, так как этой машиной выполняется основной объем работ.

5.I.I. Количество ведущих машин равно $n_в = \frac{V_{оп}}{П_э T_{мв}}$,

где $V_{оп}$ – суммарный объем, выполняемый ведущей машиной, равен I26400 м³;

$П_э$ – эксплуатационная производительность экскаватора Э0–5I22 с ковшом I,6 м³ при разработке грунтов I группы при работе в транспорт – 84,2 м³/ч;

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

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

$$= \frac{0{,}45\left[\left(\frac{10000}{100} - \frac{10000}{500}\right) 0{,}5 + \left(\frac{10000}{500} - \frac{10000}{1000}\right)1 - \left(\frac{10000}{1000} - 1\right)11\right]}{10000} =$$

$$= 0{,}0067 \text{ дн/маш.-ч}$$

$d_п = 1$; $K_{см} = 1{,}7$; $t_{см} = 7{,}59$ ч.

Тогда

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

Принимаем 2 экскаватора.

Время пребывания экскаватора на объекте будет равно:

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

90-5122

5.1.2. Количество машин для разравнивания грунта на отвале. Объем разравнивания 132580 м^3.

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

$$T_{д.б} = 59{,}7 + 21 - 10 = 70{,}7 \text{ дней или } 912 \text{ маш.-ч.}$$

Расчет для бульдозера ДЗ-54.

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

$$Д_{тр} = \frac{\left[\left(\frac{5760}{60} - \frac{5760}{240}\right)0{,}2 + \left(\frac{5760}{240} - \frac{5760}{960}\right)1 + \left(\frac{5760}{960} - 1\right)7\right]\ 0{,}301}{5760} =$$

$$= 0{,}0035 \text{ дн/маш.-ч;}$$

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

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.I.3. Определение количества автомобилей-самосвалов.

Для экскаватора Э0-5I22:

$$N = \left(\frac{2 \cdot I}{I8,3} + 0,08 + \frac{I2}{I,7 \cdot 84,2}\right) : \frac{I2}{I,7 \cdot 84,2} = 3,3 \text{ маш.}$$

(КрАЗ-256Б).

Для работы двух экскаваторов принимаем 7 автомобилей-самосвалов.

Для экскаватора Э0-3322В:

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

(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	9I2	70,2
Экскаватор Э0-5I22	2	770,3	59,7
Экскаватор Э0-3322В	I	27I,7	2I
Автомобиль-самосвал КрАЗ-256Б	7	770,3	59,7
Автомобиль-самосвал ЗИЛ-ММЗ-555	3	27I,7	2I

6. Показатели комплексно-механизированного процесса.

6.I. Продолжительность производства работ.

$T_д$ = 78 рабочих дней - заданный срок

$T_{кмп}$ = 59,7 + 2I - I0 = 70,7 дней,

то есть на 7 дней меньше директивного срока.

6.2. Трудоемкость процесса.

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

Таблица 6

Машины и их марки	Количество машин	Продолжительность пребывания машин на объекте, маш.-ч	Количество обслуживающего персонала, чел.	Трудоемкость, чел.-ч
Бульдозер Д3-54	2	912	I	I824,0
Экскаватор Э0-5I22	2	770,3	2	308I,2
Экскаватор Э0-3322В	I	27I,7	I	27I,7
Автомобиль-самосвал КрАЗ-256Б	7	770,3	I	5342,I
Автомобиль-самосвал ЗИЛ-ММЗ-555	3	27I,7	I	8I5,I
Итого				II384,I

Удельная трудоемкость

$$R_{уд} = \frac{R}{V} \cdot I000 = 85 \text{ чел.-ч/I000 м}^3.$$

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 Д3-54	Экскаваторы		Автомобили-самосвалы	
		Э0-5I22	Э0-3322В	КрАЗ-256Б	ЗИЛ-ММЗ-855
Оптовая цена машины, руб.	9280	33270	22400	-	-
Суммарная занятость машины на объекте, маш.-ч	I824	I540,6	27I,7	-	-
Количество часов работы машины в году, маш.-ч	2366	2308	2330	-	-
Себестоимость маш.-ч, руб.	4,08	7,9I	5,08	-	-
Объем перевозок, т	-	-	-	2I4880	I0506
Тариф на перевозку, руб.	-	-	-	0,II	0,I5

Текущие затраты

$И = 4,08 \cdot 1824 + 7,91 \cdot 1540,6 + 5,08 \cdot 271,7 + 0,11 \cdot 214880 + 0,15 \cdot 10506 = 46221,01$ руб.

Капитальные затраты

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

$= 7798,02 + 24206,58 + 2847,14 = 34851,74$ руб.

Приведенные затраты

$З = 46221,01 + 0,15 \cdot 34851,74 = 51448,77$

Удельные приведенные затраты

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

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

1. Определение состава комплекса-аналога:

для разработки I и 2 ярусов принимается экскаватор Э-1001Д с драглайном с ковшом 1,0 м^3;

для разработки котлованов на дне траншеи – экскаватор Э-652Б с ковшом 0,65 м^3;

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^3/ч.

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

Производительность будет равна 0,5 м^3/ч.

Количество часов работы на заключительных операциях будет равно:

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

или 1547 : 8,2 = 188,7 чел.-дн.

Одновременно на ручных работах в смену будет работать 5 человек. Тогда этот объем будет выполнен за I9 дней.

2.2. Определим продолжительность работы экскаватора Э-652Б.

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

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

$$Д_{рт}=\frac{\left[\left(\frac{7680}{60}-\frac{7680}{240}\right)0{,}2+\left(\frac{7680}{240}-\frac{7680}{960}\right)1+\left(\frac{7680}{960}-1\right)9\right]0{,}45}{7680}=$$

$= 0{,}006$ дн/маш.-ч.

Принимаем, что экскаватор Э-652Б может работать в одно время с экскаватором Э-1001Д 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-1001Д должен закончить работу за 64 дня.

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

$$T_м = \frac{(64-1) \cdot 1{,}7 \cdot 7{,}59}{1+0{,}009} = 805{,}5 \text{ маш.-ч}.$$

$$Д_р = \frac{\left[\left(\frac{8640}{60}-\frac{8640}{240}\right)0{,}4+\left(\frac{8640}{240}-\frac{8640}{960}\right)1+\left(\frac{8640}{960}-1\right)13\right]0{,}45}{8640}=$$

$= 0{,}009$ дн/маш.-ч.

Принимаем 3 экскаватора Э-1001Д.

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

$$T'_д = \frac{126400}{64{,}5 \cdot 3}(1+0{,}009)+1 \cdot 7{,}59 \cdot 1{,}7 = 672 \text{ маш.-ч или } 52{,}1 \text{ день}.$$

Определим продолжительность работы на отвале бульдозера ДЗ-54.

$$T_д = 52{,}1 + 14 = 66{,}1 \text{ день или } 852{,}7 \text{ маш.-ч}.$$

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

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

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

Количество автомобилей-самосвалов:

а) для экскаватора Э-1001Д

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

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	66I
Экскаватор Э-I00IIД	3	672	52,I
Экскаватор Э-652Б	I	I68,3	I3,0
Автомобиль-самосвал МАЗ-503А	II	672	52,I
Автомобиль-самосвал МАЗ-503А	3	I68,3	I3,0

Согласно п. 2.I Примера I на производство работ вручную уйдет I545,4 чел.-ч, т.е. I9 дней.

Продолжительность процесса.

Т процесса-аналога = 52,I + I3 - 5 + I9 - 5 = 74,I день.

Определение удельных приведенных затрат.

Исходные данные для расчета приведены в табл. 9.

Таблица 9

Наименование	Бульдозер	Экскаваторы		Автомобиль-самосвал МАЗ-503А
		Э-I00IIД	Э-652Б	
Оптовая цена машины, руб.	9280	I8500	I6300	-
Суммарная занятость машин на объекте, маш.-ч	I705,4	20I6	I68,3	-
Количество машино-часов работы в году, маш.-ч	2366	2245	228,7	-
Себестоимость машино-часа, руб.	4,08	6,6I	5,04	-
Объем перевозок грунта, т	-	-	-	225386

Текущие затраты

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

Капитальные затраты

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

$= 26706,93$ руб.

Приведенные затраты

$З = 56177,98 + 0,15 \cdot 26706,93 = 60184,02$ руб.

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

Трудоемкость процесса

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

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

Определяем эффективность выбранного комплекса машин

$Эф = З_{аналог\ комп.} - З = 60184,02 - 51448,77 = 8735,25$ руб.

На 1 м^3 эффективность равна 6,6 коп.

Снижение трудоемкости

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

На 1000 м^3 – 29 чел.-ч.

Снижение продолжительности

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

Выписка из рабочей документации

по строительному объекту

Смета на земляные работы

I. Разработка грунта I группы драглайном с ковшом емкостью I,0 м³ – I26400 м³.

Расценка.

№ CI-279 8,34 · I264 = I054I,76 руб.

2. Разработка грунта I группы экскаватором.

Обратная лопата с ковшом емкостью 0,65 м³.

С погрузкой в автомобили-самосвалы – 6I80 м³.

Расценка.

№ I-3I9 9,46 · 6I,8 = 584,63 руб.

3. Транспортирование грунта автомобилем-самосвалом грузоподъемностью 8 т на расстояние I км – 225386 т.

0,I5 · 225386 = 33807,9 руб.

4. Разравнивание грунта на отвале бульдозером I00 л.с. – I32580 м³.

Расценка.

№ I-368 I,64 · I32580 = 2I74,3I руб.

5. Планировка дна полок траншей – 4000 м².

Расценка.

№ I-455 0,08 · 400 = 32 руб.

7. Планировка дна котлованов и приямков вручную – 6400 м².

Расценка.

№ I-778 4,8I · 64 = 307,84 руб.

8. Разработка грунта вручную – 200 м³.

Расценка.

№ I-633 0,82 · 200 = I64 руб.

Итого по смете:

Объем работ – I32580 м³.

Сметная стоимость – 476I2 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.I. 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 складируется во временный отвал.

I.9. Дальность транспортирования грунта - 5 км.

I.I0. Условия по сохранению растительного слоя: толщина слоя - 0,40 м, грунт транспортируется в отвал, дальность транспортирования - 2 км.

I.II. Объем работ 9025 $м^3$.

I.I2. Заданный срок строительства - 75 дней.

I.I3. 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 рыхлением трудноразрабатываемых грунтов.

Намечаем технологические операции.

Подготовительные операции

П7 - срезка растительного слоя грунта и дерна.

П19 - 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 машин 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

Ц7 – срезка растительного слоя – можно использовать бульдозеры ДЗ-42 и ДЗ-54.

Ш9 – погрузка растительного грунта в автомобили-самосвалы – эти работы целесообразно выполнять погрузчиком. В строительной организации имеется только погрузчики ТО-7 с ковшом емкостью 1,0 $м^3$.

011 – транспортирование растительного грунта на расстояние 2 км.

Ш1 – планировка поверхности – бульдозер ДЗ-42 и ДЗ-54.

Для основных операций

08 – послойное рыхление грунта – молот СП-62 на ЭО-4121А. В строительной организации имеется по одному молоту СП-71 на ЭО-3322Б и СП-62 на ЭО-4121А. Так как объемы работ большие, предпочтение отдается более производительной машине.

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

В данном случае применяем экскаватор Э-5015А с ковшом емкостью 0,5 $м^3$, т.к. его производительность при разработке этих грунтов (14,0 $м^3$/ч) близка к производительности молота СП-62 на ЭО-4121А (13 $м^3$/ч).

Для заключительных операций

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

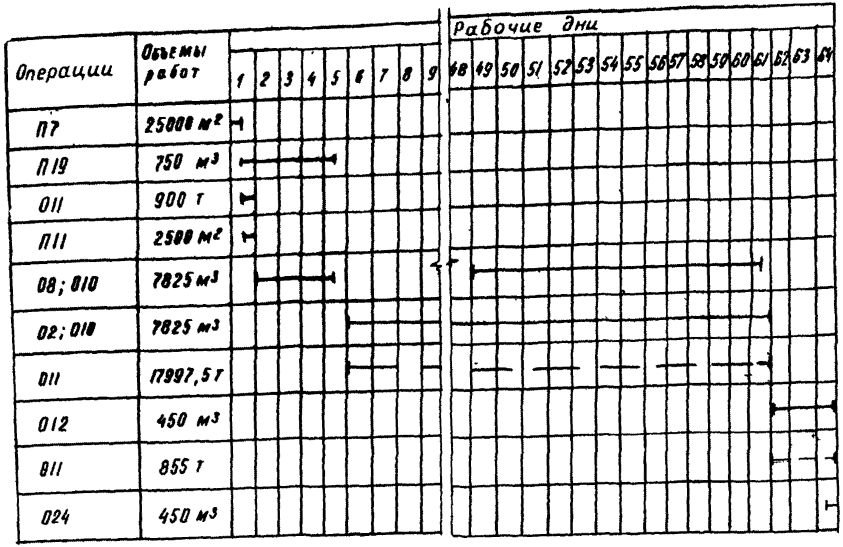


Рис. 7. Предварительный график производства работ при разработке котлована в крупнообломочных грунтах

О11 – транспортирование щебня до котлована на расстояние 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:

$$T_{д.р} = (T_д - Д_в)\ (1 - \frac{Д_1'}{T_д}) = (75 - 10)\ (1 - \frac{1}{75}) = 64 \text{ дня};$$

определяем начальные и конечные границы выполнения основных технологических операций.

Для этого мы должны определить продолжительность выполнения работ подготовительных 07, 111 и заключительных операций 012, 024.

Продолжительность выполнения операции 07

$$T_д = \frac{V}{П} + d_п \cdot K_{см} \cdot t_{см} = \frac{2500}{555} + 0{,}3 \cdot 1{,}7 \cdot 7{,}59 = 8{,}4 \text{ маш.-ч},$$

$V = 2500$ м^2

$П = 555$ м^2/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.

111 – планировка поверхности.

Эта операция выполняется после операции 07 и может быть совмещена с операцией 019. Продолжительность работы бульдозера ДЗ–42 на этой операции будет равна

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

Таким образом молот СП–62 на Э0–4121А сможет начать работу

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

Определяем продолжительность выполнения заключительных операций.

0I2 – погрузка щебня из отвала

$$T_д = \frac{V}{П}(I+Д_{тр}) + d_п \cdot K_{см} \cdot t_{см} = \frac{450}{20}(I+0,003)+0,3 \cdot I,7 \cdot 7,59 =$$

$= 26,4$ маш.-ч или 2 дня.

$$Д_{тр} = \frac{(0,3 \cdot 72 + I \cdot I8 + 6 \cdot 5)\ 0,26}{5760} = 0,003 \text{ дн/маш.-ч}$$

Продолжительность выполнения операции 024

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

Продолжительность заключительных операций будет равна

$T_{д.р} = 326,4 + 9,5 = 35,9$ 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:

$$T_{д.ро} = T_{д.р} - T_{д.р}^{подг.} - T_{д.р}^{закл.} = 64 - I - 3 = 60 \text{ дней.}$$

5. Формирование комплекса машин.

5.I. Подготовительные операции.

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

Определим количество автомобилей–самосвалов КамАЗ–55II для погрузчика ТО–7

$$N = \frac{\left(\frac{2 \cdot 2}{23} + 0,08 + \frac{I0}{I,2 \cdot 20}\right) I,2 \cdot 20}{I0} = 2 \text{ шт.}$$

Продолжительность пребывания погрузчика на объекте

$$T_{д.р} = \frac{750}{20}(I + 0,003) + 0,3 \cdot I,7 \cdot 7,59 = 4I,5 \text{ маш.-ч.}$$

5.2. Основные операции.

Ведущей машиной в данном комплексе является молот СП–62 на экскаваторе Э0–4I2IА.

Количество ведущих машин:

$$n_в = \frac{V_{об}}{П_{э\ в} \cdot Т_{м_в}}$$

$V = 7825$ м^3, $П_{э\ в} = 13$ м^3/ч.

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

$$Т_{м_в} = \frac{(Т_{д.р_в} - d_п)\ К_{см} \cdot t_{см}}{1 + Д_{тр}},$$

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

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

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

Один молот СП-62 на Э0-4121А выполняет весь объем.

Продолжительность пребывания СП-62 на Э0-4121А на объекте будет равна:

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

Так как в нашем технологическом процессе работает один молот СП-62 на Э0-4121А, 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 Э0-4121А должен обеспечить фронт работы.

Экскаватор Э-5015А и молот СП-62 на Э0-4121А должны стоять друг от друга на безопасном расстоянии (по СНиП Ш-71), автомобили-самосвалы должны беспрепятственно подходать к экскаватору Э-5015А. Разрыхленная площадь грунта должна быть не менее 60 м^2. 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 Э0-4121А 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. Простои экскаватора будут равны:

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

$$T_{д.р} = \frac{V}{П}(I + Д_{тр}) + (d_n + T_{тр})K_{см} \cdot t_{см},$$

$$Д_{тр} = \frac{0{,}2\left(\frac{8640}{60} - \frac{8640}{240}\right) + 0{,}7\left(\frac{8640}{240} - \frac{8640}{960}\right) + 9\left(\frac{8640}{960} - I\right) 0{,}45}{8640} =$$

$$= 0{,}006 \text{ дн/маш.-ч,}$$

$$T_{д.р} = \frac{7825}{I4}(I+0{,}006)+(I+3{,}3)\ I{,}7 \cdot 7{,}59=6I7{,}8 \text{ маш.-ч или 48 дней.}$$

Количество автомобилей-самосвалов КамАЗ для экскаватора Э-5015А

$$N = \frac{\left(\frac{5 \cdot 2}{23} + 0{,}08 + \frac{I0}{2{,}3 \cdot I4}\right) 2{,}3 \cdot I4}{I0} = 2{,}7 \text{ шт.}$$

Принимаем 3 автомобиля-самосвала.

Таким образом комплекс для данного технологического процесса состоит из следующих машин (табл. I0).

Таблица I0

Марки машин	Количество машин	Продолжительность пребывания машин на объекте	
		маш.-ч	дни
Бульдозер ДЗ-42	I^{xx}	8,0 + 9,5	I + I
Погрузчик ТО-7	I^{x}	4I,5 + 26,4	3,2 + 2
Автомобиль-самосвал КамАЗ	2	83 + 52,8	
Молот СП-62 на Э0-4I2IА	I	6I8,2	48,0
Экскаватор Э-5015А	I	6I7,8	48,0
Автомобиль-самосвал КамАЗ-55II	3	I853,4	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: ($T_{процесса} = \sum T_{д\ р_i}$)

$$T_{процесса} = T_{д\ р_{п(07+111)}} + T_{д\ ро} + 1 + T_{д\ р_{з(012+024)}} =$$

$$= 1 + 48 + 1 + 3 = 53 \text{ дня.}$$

6.2. Удельные приведенные затраты.

Исходные данные для расчета приведены в табл. II

Таблица II

Наименование	Марки машин					
	ДЗ-42	ТО-7	СП-62	ЭО-4121А	Э-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 грунта, т	-	-	-	-	-	19752,5

Текущие затраты.

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

$$+ \underset{Э-5015А}{C_{мч}} \cdot \underset{Э-5015А}{T_{д.р}} + 0,15 \cdot В.$$

$S_{нб}$ - стоимость одной перебазировки.

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

$$И = 2,75 \cdot 17,5 + 2 \cdot 15,87 + 3,06 \cdot 67,9 + 2 \cdot 15,87 + 7,16 \cdot$$

$$\cdot 618,2 + 4,9 \cdot 617,8 + 0,15 \cdot 19752,5 = 48,13 + 31,74 + 207,77 +$$

$$+ 31,74 + 4426,31 + 3027,22 + 2962,88 = 10735,79 \text{ руб.}$$

Капитальные затраты.

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

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

$= 15137{,}76$ руб.

Приведенные затраты

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

Удельные приведенные затраты

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

6.3. Трудоемкость процесса.

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

Таблица 12

Марки машин	Количество машин	Продолжительность пребывания машин на объекте, маш.-ч	Количество обслуживающего персонала, 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 СП-62 на ЭО-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 $\frac{R}{V} \cdot 1000 = \frac{3310{,}6}{9025} = 366$ чел.-ч на 1000 м^3.

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 водоотводных канав
П6 – Нарезка кюветов
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 – Рыхление мерзлого грунта при планировке поверхности
П16 – Устройство землевозных дорог
П17 – Устройство въездов для землеройных машин
П18 – Ремонт и содержание землевозных дорог
П19 – Погрузка грунта в транспортные средства.

ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ

01 – разработка грунта в отвал
02 – разработка грунта в транспорт
03 – разработка грунта в транспорт на верхних уступах котлована
04 – разработка грунта в отвал на верхних уступах котлована
05 – разработка грунта в транспорт на нижних уступах котлована
06 – разработка корыта полотна дороги.

07 – дробление валунов, крупных гравелистых и гравийных включений в процессе разработки грунта
08 – послойное рыхление трудноразрабатываемого (кроме мерзлого) грунта в процессе его разработки
09 – послойное рыхление 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 кюветов для отвода грунтовых вод
014 – выторфовывание при отсыпке насыпи на болотах
015 – рыхление 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 – послойное уплотнение насыпи
029 – послойное 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 засыпке выемок
037 – уплотнение грунта при обратной засыпке выемок
038 – уплотнение грунта при обратной засыпке выемок
039 – перемещение конвейера во время работы перегрузчика
040 – засыпка выемок (скважин)
041 – бурение скважин

042 – зарядка скважин (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				
	Э0-3322Б	Э0-3I2IA	Э0-432I	Э0-4I2IA	Э0-5I22
	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.I. Нормальная рукоять с ковшом емкостью, $м^3$	0,5	0,5	0,65	0,65	I,6 унифицированное оборудование
I.I.I. 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,I/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	I,0/5,9	0,9/3,4	I,0/3,8	I,0/4,7	I,8/5,5
I.I.2. Эксплуатационная производительность, $м^3/ч$					
в грунтах I группы	38,0	38,0	49,4	49,4	I3I,0
в грунтах II группы	3I,3	3I,3	40,0	40,0	II3,0
в грунтах III группы	25,3	25,3	3I,8	3I,8	86,I
в грунтах IУ группы	I8,9	I8,9	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

I	2	3	4	5	6
I.2. Нормальная рукоять и ковш емкостью, м³	0,65		I,0 (со сдвигом верхней части стрелы)	I,0	
I.2.I. Наибольшие параметры выемки, м (при крутизне откосов I:0,67)					
глубина	3,3/2,3		2,2	4,8/2,3	
ширина по верху	5,5/9,I		4,2	7,8	
ширина по дну	I,I/6,0		I,2	I,3/4,7	
I.2.2. Эксплуатационная производительность, м³/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 IУ группы	-		27,0	-	
I.3. Нормальная рукоять и ковш емкостью, м³	0,2				
I.3.I. Наибольшие параметры выемки, м (при крутизне откосов I:0,67)					
глубина	3,2/2,3				
ширина по верху	4,8/8,7				
ширина по дну	0,5/5,6				
I.3.2. Эксплуатационная производительность, м³/ч					
в грунтах I группы	I5,8				
в грунтах II группы	I2,8				
в грунтах III группы	I0,I				
в грунтах IУ группы	7,6				

Продолжение приложения 2

I	2	3	4	5	6
I.4. Удлиненная рукоять и ковш емкостью, $м^3$	0,4		0,4	0,65	
I.4.I. 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,I/I0,7		8,2/I2,4	9,0/I0,4	
ширина по дну	0,9/7,6		0,8/6,4	I,0/7,3	
I.4.2. Эксплуатационная производительность, $м^3/ч$					
в грунтах I группы	3I,4		3I,4	46,4	
в грунтах II группы	25,4		25,4	40,I	
в грунтах III группы	20,2		20,2	3I,5	
в грунтах IУ группы	I5,I		I5,I	23,8	
I.5. Удлиненная рукоять и ковш емкостью, $м^3$	0,2				
I.5.I. Наибольшие параметры выемки, м (при крутизне откосов I:0,67)					
глубина	3,9/2,3				
ширина по верху	5,7/I0,7				
ширина по дну	0,5/7,6				
I.5.2. Эксплуатационная производительность, $м^3/ч$					
в грунтах I группы	I5,4				
в грунтах II группы	I2,5				
в грунтах III группы	9,9				
в грунтах IУ группы	7,4				
2. Разработка выемок лобовым забоем обратной лопатой с выгрузкой грунта в отвал при совмещении оси движения экскаватора с осью выемки					
2.I. Нормальная рукоять и ковш емкостью, $м^3$	0,5	0,5	0,65	0,65	I,6

Продолжение приложения 2

I	2	3	4	5	6
2.I.I. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов I:0,67)					
глубина	2,8/2,3	2,4/I,7	3,2/2,I	3,3/2,3	2,9/2,3
ширина по верху	4,8/4,9	4,I/4,2	5,3/5,6	5,4/5,7	5,7/6,0
ширина по дну	I,0/I,8	0,9/2,0	I,0/2,8	I,0/2,7	I,8/3,0
высота отвала	3,I/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.I.2. Эксплуатационная производительность, $м^3/ч$					
в грунтах I группы	47,3	47,3	55,6	55,6	I32,0
в грунтах II группы	38,5	38,5	47,6	47,6	II3,0
в грунтах III группы	3I,7	3I,7	39,I	39,I	9I,0
в грунтах IУ группы	24,4	24,4	29,4	29,4	67,6
2.2. Нормальная рукоять и ковш емкостью, $м^3$	0,63		I,0 (со сдвигом верхней части стрелы)	I,0	
2.2.I. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов выемки I:0,67)					
глубина	2,8/2,3		I,7/I,2	3,I/2,3	
ширина по верху	4,8/4,9		3,5/3,8	5,4/5,7	
ширина по дну	I,I/I,8		I,2/2,2	I,3/2,7	
высота отвала	3,I/3,0		2,2/2,I	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, $м^3/ч$					
в грунтах I группы	55,6		68,2	68,2	
в грунтах II группы	47,6		57,I	57,I	
в грунтах III группы	-		46,0	46,0	
в грунтах IУ группы	-		34,2	-	
2.3. Нормальная рукоять и ковш емкостью, $м^3$	0,2				
2.3.I. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов выемки I:0,67)					
глубина выемки	3,2/2,3				
ширина выемки по верху	4,8/5,I				
ширина выемки по дну	0,5/2,0				
высота отвала	3,2/3,I				
ширина отвала в основании	6,4/6,2				
2.3.2. Эксплуатационная производительность, $м^3/ч$					
в грунтах I группы	20,3				
в грунтах II группы	I6,5				
в грунтах III группы	I3,I				
в грунтах IУ группы	9,8				
2.4. Удлиненная рукоять и ковш емкостью, $м^3$	0,4		0,4	0,65	
2.4.I. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов I:0,67)					
глубина выемки	3,4/2,3		4,2/2,7	4,I/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	I,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, $м^3/ч$					
в грунтах I группы	4I,I		4I,I	49,6	
в грунтах II группы	32,8		32,8	42,9	
в грунтах III группы	26,I		26,I	33,7	
в грунтах IУ группы	I9,5		I9,5	25,3	
2.5. Удлиненная рукоять и ковш емкостью, $м^3$	0,2				
2.5.I. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов I: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, $м^3/ч$					
в грунтах I группы	I9,0				
в грунтах II группы	I5,4				
в грунтах III группы	I2,2				
в грунтах IУ группы	9,I				
3. Разработка выемок лобовым забоем обратной лопатой с выгрузкой грунта в отвал при смещении оси движения экскаватора относительно оси выемки					
3.I. Нормальная рукоять и ковш емкостью, $м^3$	0,5	0,5	0,65	0,65	I,6
3.I.I. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов I: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	I,2/I,2	I,2/2,0	I,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.I.2. Эксплуатационная производительность, $м^3/ч$					
в грунтах I группы	47,3	47,3	55,6	55,6	I35,5
в грунтах II группы	38,5	38,5	47,6	47,6	II6
в грунтах III группы	3I,7	3I,7	39,I	39,I	93,4
в грунтах IУ группы	24,4	24,4	29,4	29,4	69,3
3.2. Нормальная рукоять и ковш емкостью, $м^3$	0,63		I,0 (со сдвигом верхней части стрелы)	I,0	
3.2.I. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов I:0,67)					
глубина выемки	3,0/2,3		I,9/I,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		I,4/2,2	I,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, $м^3/ч$					
в грунтах I группы	55,6		68,2	68,2	
в грунтах II группы	47,6		57,I	57,I	
в грунтах III группы	-		46,0	46,0	
в грунтах IУ группы	-		34,2	-	

Продолжение приложения 2

I	2	3	4	5	6
3.3. Нормальная рукоять и ковш емкостью, $м^3$	0,2				
3.2.I. 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,I				
ширина отвала в основании	8,2				
3.3.2. Эксплуатационная производительность, $м^3/ч$					
в грунтах I группы	20,3				
в грунтах II группы	I6,5				
в грунтах III группы	I3,I				
в грунтах IУ группы	9,8				
3.4. Удлиненная рукоять и ковш емкостью, $м^3$	0,4		0,4	0,65	
3.4.I. 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/I0,0	
ширина выемки по дну	2,6/6,4		I,0/2,5	I,2/6,9	
высота отвала	4,6		5,5/5,4	5,6/4,8	
ширина отвала в основании	9,2		II,0/I0,8	II,2/9,6	
3.4.2. Эксплуатационная производительность, $м^3/ч$					
в грунтах I группы	4I,I		4I,I	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,I		26,I	33,7	
в грунтах IУ группы	I9,5		I9,5	29,4	
3.5. Удлиненная рукоять и ковш емкостью, м³	0,2				
3.5.I. Наибольшие параметры выемки и отвала, м (при крутизне откосов выемки I: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, м³/ч					
в грунтах I группы	I9,0				
в грунтах II группы	I5,4				
в грунтах III группы	I2,2				
в грунтах IУ группы	9,I				
4. Разработка грунта местных выемок грейферным оборудованием с выгрузкой грунта в отвал					
4.I. Емкость грейферного ковша, м³	0,32			0,8	
4.2. Наибольшая глубина копания,	7,5			I0,4	
4.3. Эксплуатационная производительность, м³/ч					
в грунтах I группы	25,2			57,8	
в грунтах II группы	20,I			50,0	

Продолжение приложения 2

I.	2	3	4	5	6
5. Погрузка сыпучих материалов из штабеля в автомобили-самосвалы грейферным оборудованием					
5.I. Емкость 2-челюстного грейферного ковша, $м^3$				I,0	I,0
5.2. Параметры штабеля, м					
5.2.I. 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 I,6 $т/м^3$, $м^3/ч$				63,0	63,0
6. Разработка грунта при рытье колодцев грейферным оборудованием с выгрузкой грунта в отвал					
6.I. Емкость 5-челюстного грейферного ковша, $м^3$	0,5				
6.2. Наибольшая глубина копания, м	7,5				
6.3. Эксплуатационная производительность в грунтах I-II групп, $м^3/ч$	I5,0				
7. Рыхление мерзлого грунта сезонного промерзания гидромолотом СП-7I				СП-62	
7.1. Наибольшая глубина рыхления, м	5,3			7,0	
7.2. Наибольшая глубина рыхления за один проход, м	0,9			I,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 IУ группы, $м^3/ч$	7,0			I5,0	
8. Рыхление мерзлого грунта сезонного промерзания зубом-рыхлителем					
8.I. 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,I	6,0	7,9	8,I	I2,0
8.3. Эксплуатационная производительность при рыхлении грунта сезонного промерзания, $м^3/ч$	I7,3	I8,0	20,0	28,0	32,0
9. Разработка грунта в траншеях обратной лопатой с профильным ковшом и выгрузка грунта в отвал					
9.I. Емкость профильного ковша, $м^3$		0,5			
9.2. Параметры траншеи, м					
глубина		I,0			
ширина по верху		3,9			
ширина по дну		0,5			
9.3. Эксплуатационная производительность, $м^3/ч$					
в грунтах I группы		28,7			
в грунтах II группы		25,0			
I0. Разработка выемок лобовым забоем обратной лопатой с захватно-клещевым устройством при совмещении оси движения экскаватора с осью выемки					
I0.I. Емкость ковша, $м^3$				0,65	
I0.2. Наибольшие параметры выемки, м (при крутизне откосов I:0,67)					
глубина				5,0/2,3	
ширина по верху				7,7/7,8	
ширина по дну				I,0/4,7	
I0.3. Эксплуатационная производительность при разработке грунтов сезонного промерзания с глубиной промерзания до I м, $м^3/ч$					
трехзубое захватно-клещевое устройство				19,4	
однозубое захватно-клещевое устройство				33,8	

Продолжение приложения 2

I	2	3	4	5	6
II. Уплотнение грунта уплотняющими плитами к гидромолотам СП-71				СП-62	
II.I. Наибольшая глубина уплотнения, м	5,2			6,I4	
II.2. Глубина уплотняемого слоя, м	до I,0			до I,2	
II.3. Коэффициент уплотнения	0,95-0,97			0,85-0,97	
II.4. Эксплуатационная производительность, $м^3/ч$					
при уплотнении супеси	8,7			20,2	
при уплотнении суглинков	8,5			I9,5	
I2. Разработка выемок лобовым забоем, прямой лопатой с погрузкой грунта в автомобили-самосвалы					
I2.I. Ковш емкостью, $м^3$				I,0 (с открывающимся днищем)	2,0
I2.I.I. Параметры выемки, м (при крутизне откосов I:0,5)					
высота				3,55	4,6
ширина по верху				I4,0	I7,0
ширина по дну				I0,0	I2,4
I2.I.2. Эксплуатационная производительность, $м^3$					
в грунтах I группы				I2I,9	I75,9
в грунтах II группы				I06	I53
в грунтах III группы				86	I24,I
в грунтах IУ группы				73	-
I2.2. Ковш емкостью, $м^3$				I,0(поворотный)	

Продолжение приложения 2

I	2	3	4	5	6
I2.2.I. Параметры выемки, м (при крутизне откосов I:0,5)					
высота				3,65	
ширина по верху				I4,4	
ширина по дну				I0,75	
I2.2.2. Эксплуатационная производительность, $м^3/ч$					
в грунтах I группы				I2I,9	
в грунтах II группы				I06	
в грунтах III группы				85,5	
в грунтах IУ группы				72,6	
I3. Погрузка в автомобили-самосвалы сыпучих грунтов из штабеля прямой лопатой					
I3.I. Ковш емкостью, $м^3$				I,5	2,8
I3.2. Параметры штабеля, м					
высота				2,8	3,4
ширина в основании				5,6	6,8
I3.3. Эксплуатационная производительность, $м^3/ч$					
в грунтах I группы				I88	282,6
в грунтах II группы				I53	230

Сравнение удельных приведенных затрат при разработке траншей гидравлическими экскаваторами, оборудованными обратной лопатой, с отсыпкой грунта в отвал (индекс уд.приведенных затрат по экскаватору Э0-3322Б принят равным I,0)

Исходные данные			Индексы уд.приведенных затрат по экскаваторам			
объем разрабатываемого грунта, м³	дальность перебазировки, км	группа грунта	Э0-3322Б	Э0-432I	Э-50I5А	Э0-4I2IА
I	2	3	4	5	6	7
I000	5	I	I,0	0,95	I,04	0,98
		II	I,0	0,99	I,03	0,99
		III	I,0	0,99	I,03	0,99
		IУ	I,0	I,0	I,02	0,99
	I5	I	I,0	0,96	I,07	I,07
		II	I,0	0,99	I,06	I,07
		III	I,0	0,99	I,06	I,05
		IУ	I,0	I,0	I,04	I,04
	50	I	I,0	0,98	I,2	I,27
		II	I,0	I,0	I,I8	I,25
		III	I,0	I,0	I,I5	I,20
		IУ	I,0	I,0I	I,I3	I,I7
2000	5	I	I,0	0,94	I,02	0,9
		II	I,0	0,97	I,02	0,95
		III	I,0	0,98	I,02	0,95
		IУ	I,0	0,99	I,08	0,96
	I5	I	I,0	0,94	I,04	0,97
		II	I,0	0,98	I,04	0,99
		III	I,0	0,98	I,03	0,99
		IУ	I,0	0,997	I,03	0,99
	50	I	I,0	0,96	I,I3	I,II
		II	I,0	0,99	I,II	I,II
		III	I,0	I,0	I,I	I,07
		IУ	I,0	I,0	I,08	I,06
3000	5	I	I,0	0,93	I,02	0,9
		II	I,0	0,97	I,02	0,94
		III	I,0	0,98	I,02	0,94

Продолжение приложения 3

I	2	3	4	5	6	7
		IУ	I,0	0,99	I,0I	0,95
	I5	I	I,0	0,94	I,03	0,94
		II	I,0	0,97	I,03	0,97
		III	I,0	0,98	I,02	0,97
		IУ	I,0	0,99	I,02	0,97
	50	I	I,0	0,95	I,09	I,04
		II	I,0	0,98	I,08	I,03
		III	I,0	0,99	I,07	I,02
		IУ	I,0	0,997	I,06	I,02
5000	5	I	I,0	0,93	I,0I	0,89
		II	I,0	0,97	I,0I	0,92
		III	I,0	0,98	I,0I	0,93
		IУ	I,0	0,99	I,0I	0,94
	I5	I	I,0	0,93	I,02	0,90
		II	I,0	0,97	I,02	0,94
		III	I,0	0;98	I,02	0,94
		IУ	I,0	0,99	I,0I5	0,95
	50	I	I,0	0,94	I,06	0,98
		II	I,0	0,97	I,05	0,99
		III	I,0	0,98	I,05	0,99
		IУ	I,0	0,99	I,04	0,99
I0000	5	I	I,0	0,92	I,0I	0,88
		II	I,0	0,96	I,0I	0,90
		III	I,0	0,97	I,0I	0,9I
		IУ	I,0	0,99	I,0I	0,93
	I5	I	I,0	0,93	I,0I	0,89
		II	I,0	0,96	I,0I	0,92
		III	I,0	0,97	I,0I	0,92
		IУ	I,0	0,99	I,0I	0,94
	50	I	I,0	0,93	I,04	I,I9
		II	I,0	0,97	I,03	0,93
		III	I,0	0,98	I,03	0,95
		IУ	I,0	0,99	I,02	0,95

Сравнение удельных приведенных затрат при разработке траншей гидравлическими экскаваторами, оборудованными обратной лопатой, с погрузкой грунта в автотранспорт (индекс уд.приведенных затрат по экскаватору Э0-3322Б принят равным I,0)

Исходные данные			Индексы уд.приведенных затрат по экскаваторам			
объем разрабатываемого грунта, м³	дальность перебазировки, км	группа грунта	Э0-3322Б	Э0-432I	Э-50I5А	Э0-4I2IА
I	2	3	4	5	6	7
I000	5	I	I,0	0,99	I,03	0,99
		II	I,0	0,95	I,03	0,95
		III	I,0	0,95	I,02	0,93
		IУ	I,0	0,97	I,02	0,94
	I5	I	I,0	0,99	I,06	I,07
		II	I,0	0,96	I,05	I,02
		III	I,0	0,95	I,04	0,97
		IУ	I,0	0,97	0,83	0,99
	50	I	I,0	I,0	I,I8	I,25
		II	I,0	0,98	I,I6	I,I8
		III	I,0	0,96	I,I3	I,I3
		IУ	I,0	0,98	I,II	I,I
2000	5	I	I,0	0,97	I,02	0,95
		II	I,0	0,94	I,02	0,9I
		III	I,0	0,94	I,02	0,9
		IУ	I,0	0,96	I,0I	0,92
	I5	I	I,0	0,98	I,03	0,99
		II	I,0	0,95	I,03	0,95
		III	I,0	0,94	I,03	0,93
		IУ	I,0	0,97	I,02	0,94
	50	I	I,0	0,99	I,II	I,II
		II	I,0	0,96	I,09	I,05
		III	I,0	0,95	I,08	I,0I
		IУ	I,0	0,97	I,06	I,0I
3000	5	I	I,0	0,97	I,02	0,94
		II	I,0	0,94	I,0I	0,9

Продолжение приложения 4

I	2	3	4	5	6	7
		III	I,0	0,94	I,0I	0,89
		IУ	I,0	0,96	I,0I	0,9
	I5	I	I,0	0,97	I,03	0,97
		II	I,0	0,94	I,02	0,93
		III	I,0	0,94	I,02	0,9I
		IУ	I,0	0,96	I,02	0,93
	50	I	I,0	0,98	I,08	I,05
		II	I,0	0,95	I,07	0,99
		III	I,0	0,94	I,06	0,97
		IУ	I,0	0,96	I,05	0,97
5000	5	I	I,0	0,97	I,0I	0,92
		II	I,0	0,94	I,0I	0,89
		III	I,0	0,93	I,0I	0,88
		IУ	I,0	0,95	I,0I	0,90
	I5	I	I,0	0,97	I,02	0,94
		II	I,0	0,94	I,02	0,90
		III	I,0	0,93	I,0I	0,89
		IУ	I,0	0,96	I,0I	0,9I
	50	I	I,0	0,97	I,05	0,99
		II	I,0	0,94	I,05	0,95
		III	I,0	0,94	I,04	0,93
		IУ	I,0	0,96	I,03	0,94
I0000	5	I	I,0	0,96	I,0I	0,9I
		II	I,0	0,93	I,0I	0,88
		III	I,0	0,93	I,0I	0,88
		IУ	I,0	0,95	I,0I	0,89
	I5	I	I,0	0,96	I,0I	0,92
		II	I,0	0,93	I,0I	0,89
		III	I,0	0,93	I,0I	0,88
		IУ	I,0	0,95	I,0I	0,90
	50	I	I,0	0,97	I,03	0,95
		II	I,0	0,94	I,03	0,9I
		III	I,0	0,93	I,02	0,90
		IУ	I,0	0,96	I,02	0,92

Сравнение удельных приведенных затрат при разработке котлованов гидравлическими экскаваторами, оборудованными обратной лопатой, с погрузкой грунта в автотранспорт (индекс уд.приведенных затрат по экскаватору 30-3322Б принят равным I,0)

Исходные данные			Индексы уд.приведенных затрат по экскаваторам						
объем разрабатываемого грунта, м³	дальность перебазировки, км	группа грунта	30-3322Б	30-432I	Э-50I5А	30-4I2IА (0,65 м³)	30-4I2IА (I м³)	30-5I22	30-6I22
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
5000	5	I	I,0	0,94	I,0I	0,89	0,78	0,85	I,I8
		II	I,0	0,95	I,0I	0,9	0,74	0,8I	I,II
		III	I,0	0,9I	I,0I	0,86	0,76	0,84	I,I5
		IУ	I,0	0,93	I,0I	0,88	0,77	0,88	I,I8
	I5	I	I,0	0,94	I,02	0,9I	0,80	0,87	I,23
		II	I,0	0,95	I,02	0,92	0,76	0,82	I,I5
		III	I,0	0,9I	I,0I	0,87	0,77	0,86	I,I8
		IУ	I,0	0,93	I,0I	0,89	0,79	0,89	I,2I
	50	I	I,0	0,95	I,05	0,96	0,86	0,96	I,42
		II	I,0	0,96	I,04	0,96	0,8I	0,90	I,3I
		III	I,0	0,9I	I,04	0,9I	0,8I	0,92	I,3I
		IУ	I,0	0,93	I,03	0,92	0,82	0,94	I,3I
I0000	5	I	I,0	0,94	I,0I	0,89	0,77	0,82	I,II
		II	I,0	0,95	I,0I	0,90	0,73	0,78	I,05

Продолжение приложения 5

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
		III	I,0	0,9I	I,0I	0,86	0,75	0,82	I,09
		IУ	I,0	0,93	I,0I	0,87	0,77	0,86	I,I4
	I5	I	I,0	0,94	I,0I	0,89	0,78	0,83	I,I3
		II	I,0	0,95	I,0I	0,90	0,74	0,79	I,07
		III	I,0	0,77	I,0I	0,86	0,76	0,83	I,II
		IУ	I,0	0,7I	I,0I	0,88	0,78	0,87	I,I6
	50	I	I,0	0,94	I,03	0,92	0,8I	0,88	I,23
		II	I,0	0,95	I,03	0,93	0,77	0,83	I,I5
		III	I,0	0,9I	I,02	0,88	0,78	0,86	I,I8
		IУ	I,0	0,93	I,02	0,89	0,79	0,89	I,2I
I5000	5	I	I,0	0,94	0,95	0,88	0,77	0,8I	I,08
		II	I,0	0,95	I,0I	0,89	0,73	0,77	I,02
		III	I,0	0,9I	I,0I	0,85	0,75	0,8I	I,08
		IУ	I,0	0,93	I,0I	0,87	0,77	0,86	I,I3
	I5	I	I,0	0,94	I,0I	0,89	0,77	0,82	I,09
		II	I,0	0,95	I,0I	0,89	0,73	0,78	I,04
		III	I,0	0,9I	I,0I	0,86	0,75	0,82	I,09
		IУ	I,0	0,93	I,0I	0,88	0,77	0,86	I,I4
	50	I	I,0	0,94	I,02	0,9I	0,79	0,85	I,I6
		II	I,0	0,95	I,02	0,9I	0,75	0,80	I,09
		III	I,0	0,9I	I,02	0,87	0,77	0,84	I,I3
		IУ	I,0	0,93	I,0I	0,88	0,78	0,88	I,I7

Продолжение приложения 5

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
25000	5	I	I,0	0,93	I,0I	0,88	0,76	0,80	I,06
		II	I,0	0,95	I,0I	0,89	0,73	0,76	I,0I
		III	I,0	0,9I	I,0I	0,85	0,75	0,76	I,06
		IУ	I,0	0,93	I,0I	0,87	0,77	0,85	I,I2
	I5	I	I,0	0,94	I,0I	0,88	0,77	0,80	I,07
		II	I,0	0,95	I,0I	0,89	0,73	0,77	I,02
		III	I,0	0,9I	I,0I	0,85	0,75	0,8I	I,07
		IУ	I,0	0,93	I,0I	0,87	0,77	0,86	I,I2
	50	I	I,0	0,94	I,02	0,89	0,78	0,82	I,II
		II	I,0	0,95	I,0I	0,90	0,74	0,78	I,05
		III	I,0	0,9I	I,0I	0,86	0,76	0,82	I,09
		IУ	I,0	0,93	I,0I	0,88	0,78	0,87	I,I5
50000	5	I	I,0	0,93	I,0I	0,88	0,76	0,79	I,04
		II	I,0	0,95	I,0I	0,89	0,72	0,76	0,99
		III	I,0	0,9I	I,0I	0,85	0,75	0,80	I,05
		IУ	I,0	0,93	I,0I	0,87	0,77	0,85	I,II
	I5	I	I,0	0,93	I,0I	0,88	0,76	0,79	I,05
		II	I,0	0,95	I,0I	0,89	0,73	0,76	0,99
		III	I,0	0,9I	I,0I	0,85	0,75	0,80	I,05
		IУ	I,0	0,93	I,0I	0,87	0,77	0,85	I,II
	50	I	I,0	0,93	I,0I	0,88	0,77	0,80	I,07
		II	I,0	0,95	0,99	0,89	0,73	0,77	I,0I
		III	I,0	0,9I	I,0I	0,86	0,75	0,8I	I,07
		IУ	I,0	0,93	I,0I	0,87	0,77	0,86	I,I2

Продолжение приложения 5

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
I00000	5	I	I,0	0,93	I,0I	0,88	0,76	0,79	I,03
		II	I,0	0,94	I,0I	0,89	0,72	0,75	0,98
		III	I,0	0,90	I,0I	0,85	0,74	0,79	I,04
		IV	I,0	0,92	I,0I	0,87	0,77	0,85	I,II
	I5	I	I,0	0,93	I,0I	0,88	0,76	0,79	I,04
		II	I,0	0,95	I,0I	0,89	0,72	0,75	0,99
		III	I,0	0,90	I,0I	0,85	0,75	0,79	I,05
		IV	I,0	0,92	I,0I	0,87	0,77	0,85	I,II
	50	I	I,0	0,93	I,0I	0,88	0,76	0,79	I,05
		II	I,0	0,94	I,0I	0,89	0,73	0,76	0,99
		III	I,0	0,9I	I,0I	0,85	0,75	0,80	I,05
		IV	I,0	0,93	I,0I	0,87	0,77	0,85	I,II

Приложение 6

Технологические возможности зачистных устройств на ковшах гидравлических экскаваторов

Глубина копания с зачисткой, м	Модель экскаватора																							
	3-5015А							30-3322Б							30-4121А									
	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			
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			
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	2,5	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			
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			
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			
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 зачисткой, м	Длина зачистки с одной стоянки экскаватора (с учетом угла естественного откоса), град.					
	45	50	56	63	76	90
0,5	2,63 3,47	2,71 3,55	2,79 3,63	2,83 3,71	2,83 3,85	2,83 3,97
1,0	1,99 2,85	2,15 3,01	2,31 3,17	2,48 3,34	2,74 3,6	2,98 3,85
1,5	1,31 2,18	1,55 2,42	1,79 2,66	2,04 2,91	2,44 3,31	2,81 3,68
2,0	0,57 1,48	0,89 1,8	1,22 2,13	1,55 2,46	2,07 2,98	–
2,5	– 0,73	0,18 1,33	0,59 1,54	1,0 1,95	1,66 2,61	
3,0	–	– 0,4	– 0,89	0,38 1,39	1,16 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 траншейных экскаваторов

Наименование	ЭТР-134	ЭТР-204	ЭТР-223	ЭТР-253А
Размеры обрываемой траншеи, м				
глубина	1,3	2,0	2,2	2,5
ширина	0,28	1,2	1,5	2,1
Эксплуатационная производительность для групп грунтов,* $м^3/ч$				
I	-	270,86	271,3	420
II	-	254,51	265,64	362,25
III	-	206,14	215,25	250,5
IУ	-	147,5	144,6	164,25

* По данным Центра НОТ "Нефтегазстройтруд".

Приложение 9

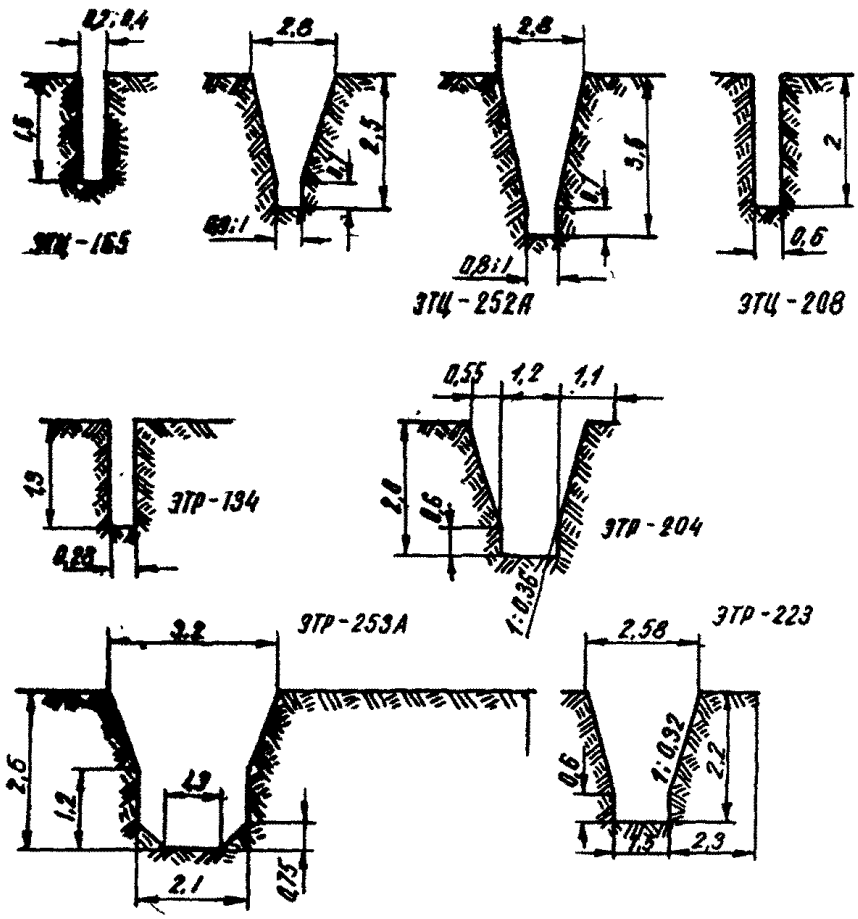
Технологические возможности цепных траншейных экскаваторов

Наименование	ЭТЦ-165	ЭТЦ-208А	ЭТЦ-252
Размеры отрываемой траншеи, м			
глубина	1,6	2,0	2,5
ширина	0,2; 0,27	0,4;0,6	0,8;1,0
Эксплуатационная производительность на грунтах категорий,* $м^3/ч$			
I			110*
II			95*
III			74*
IУ			-

* По данным Центра НОТ "Нефтегазстройтруд".

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-357П	ДЗ-13	ДЗ-115	ДЗ-33	ДЗ-111	ДЗ-203	ДЗ-77
Вместимость ковша (геометрическая), $м^3$	8	15	15	3	4,5	7	8
Ширина резания, мм	2750	2926	3040	2100	2430	2680	2718
Глубина резания, 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	11	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
Низшего 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
Низшего 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
Низшего 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 х 1,3).

Таблица 3

Расчетная производительность прицепных скреперов в различных условиях работы

Марка скрепера	Группа грунта	Дальность транспортировки грунта							
		до 100	150	200	250	300	400	500	600
ДЗ-111, емкость ковша 4,5 м³	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 м³	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 м³	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-I3 с толкачом ДЗ-II8 и скрепером Д-357П с толкачом ДЗ-35 (индекс уд.приведенных затрат при работе со скрепером Д-357П с толкачом ДЗ-35 принят равным I)

Исходные данные					
объем, м³	дальность перемещения грунта, м	группа грунта	дальность перебазировки, км		
			5	I5	50
I	2	3	4	5	6
5000	300	I	I,0	I,0	I,0
		II	I,03	I,04	I,07
	500	I	0,98	0,99	I,03
		II	I,0I	I,03	I,06
	700	I	0,96	0,98	I,02
		II	0,99	I,00	I,04
	1000	I	0,95	0,97	I,0I
		II	0,97	0,99	I,03
	1500	I	0,93	0,94	0,96
		II	0,9I	0,92	0,95
	2000	I	0,92	0,93	0,98
		II	0,94	0,95	0,97
	5000	I	0,90	0,9I	0,92
		II	0,92	0,92	0,94
7000	300	I	0,99	I,0I	I,04
		II	I,03	I,04	I,03
	500	I	0,97	0,98	I,0I
		II	I,0I	I,02	I,04
	700	I	0,95	0,97	0,99
		II	0,99	I,00	I,02
	1000	I	0,95	0,96	0,99
		II	0,97	0,98	I,0I
	1500	I	0,93	0,94	0,96
		II	0,9I	0,92	0,95
	2000	I	0,92	0,93	0,95
		II	0,94	0,94	0,95
	3000	I	0,90	0,90	0,9I
		II	0,92	0,92	0,93

Продолжение приложения I2

I	2	3	4	5	6
I0000	300	I	0,98	0,99	I,00
		II	I,02	I,03	I,04
	500	I	0,97	0,97	0,99
		II	I,00	I,00	I,03
	700	I	0,95	0,96	0,98
		II	0,98	0,99	I,0I
	I000	I	0,94	0,95	0,97
		II	0,97	0,97	I,00
	I500	I	0,93	0,93	0,95
		II	0,9I	0,9I	0,93
	2000	I	0,9I	0,92	0,93
		II	0,93	0,94	0,95
	5000	I	0,90	0,90	0,9I
		II	0,92	0,92	0,93
1500[illegible]	300	I	0,98	0,98	I,00
		II	I,02	I,02	I,03
	500	I	0,96	0,97	0,98
		II	I,00	I,00	I,0I
	700	I	0,95	0,95	0,97
		II	0,98	0,98	I,00
	1000	I	0,94	0,94	0,96
		II	0,96	0,97	0,98
	I500	I	0,92	0,93	0,94
		II	0,90	0,9I	0,92
	2000	I	0,9I	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	[illegible]00	I	0,98	0,98	0,98
		II	I,0I	I,02	I,02
	500	I	0,96	0,96	0,97
		II	0,99	0,99	I,0I
	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	0,9I

Продолжение приложения I2

I	2	3	4	5	6
	2000	I	0,9I	0,9I	0,92
		II	0,93	0,93	0,94
	5000	I	0,90	0,90	0,90
		II	0,92	0,92	0,92
50000	300	I	0,97	0,97	0,98
		II	I,0I	I,0I	I,02
	500	I	0,96	0,96	0,96
		II	0,99	0,99	I,00
	700	I	0,94	0,94	0,95
		II	0,98	0,98	0,98
	I000	I	0,93	0,94	0,94
		II	0,96	0,96	0,98
	I500	I	0,92	0,92	0,92
		II	0,90	0,90	0,90
	2000	I	0,9I	0,9I	0,9I
		II	0,93	0,93	0,93
	5000	I	0,90	0,90	0,90
		II	0,92	0,92	0,92
I00000	300	I	0,97	0,97	0,97
		II	I,0I	I,0I	I,0I
	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
	I000	I	0,93	0,93	0,94
		II	0,96	0,96	0,96
	I500	I	0,92	0,92	0,92
		II	0,90	0,90	0,90
	2000	I	0,9I	0,9I	0,9I
		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

I. Методика и программа определения себестоимости машино-часа землеройных и землеройно-транспортных машин с применением ЭВМ ЕС-1022. ЦНИИОМТП, 1981 г.

2. Методика и программа определения экономической эффективности комплексно-механизированных технологических процессов производства земляных работ. ЦНИИОМТП. 1981 г.

3. Инструкция по определению экономической эффективности новых строительных, дорожных, мелиоративных машин, противопожарного оборудования, лифтов, изобретений и рационализаторских предложений. ЦНИИТЭстроймаш, 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. ЦНИИОМТП Госстроя СССР, Стройиздат, 1976 г.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

Введение 3

I. Общие положения 5

2. Последовательность построения комплексно-механизированного процесса 6

3. Определение условий производства работ 6

4. Предварительный выбор способа производства работ 6

5. Выбор средств механизации для отдельных технологических операций 9

5.I. Выбор одноковшовых экскаваторов I3

5.2. Выбор траншейных экскаваторов I5

5.3. Выбор скреперов I7

5.4. Выбор бульдозеров I8

6. Определение последовательности операций технологического процесса и их взаимосвязей 20

7. Формирование комплекса машин и механизмов 26

7.I. Определение количества машин, участвующих в составе комплекса 27

7.2. Определение количества автомобилей-самосвалов для транспортировки грунта 30

7.3. Определение состава комплекса машин 3I

8. Определение показателей комплексно-механизированного процесса 32

8.I. Продолжительность комплексно-механизированного процесса 32

8.2. Трудоемкость комплексно-механизированного процесса 33

8.3. Удельные приведенные затраты на единицу продукции 33

9. Определение эффективности комплексно-механизированного процесса 34

I0. Рекомендации по разработке технологической карты комплексно-механизированного процесса производства земляных работ 34

Пример I построения комплексно-механизированного технологического процесса разработки котлована в немерзлых грунтах I группы 36

Пример 2 построения комплексно-механизированного технологического процесса разработки котлована в крупнообломочных и трещиновато-скальных грунтах 49

Приложения

I. 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 30-3322В 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 60х84/16

Объем 6,0 печ.л.6,02 уч.изд.л. Зак. 653 Тираж 4000 экз. Цена 90 к.

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

Отпечатано в ПЭМе ВНИИИСа Госстроя СССР

gost.e-ecolog.ru