

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Инженерно-технологический институт

Кафедра Технические системы в агробизнесе, природообустройстве
и дорожном строительстве

Орехова Г. В.

ВЫБОР КОМПЛЕКТОВ МАШИН ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО ОТРЫВКЕ КОТЛОВАНОВ И ТРАНШЕЙ

Методическое указание для выполнения практической работы
по дисциплине «Организация и технология работ
по природообустройству»

по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы,
профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного
строительства»

Брянская область 2021

УДК 626.8 (076)

ББК 38.77

О 65

Орехова, Г. В. Выбор комплекта машин для выполнения работ по отрывке котлованов и траншей: методическое указание для выполнения практической работы, по дисциплине «Организация и технология работ по природообустройству», по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства» / Г. В. Орехова. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. - 25 с.

В методическом указании изложен материал к практической работе по дисциплине «Организация и технология работ по природообустройству».

Методическое указание предназначены для бакалавров обучающихся по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства».

Рецензент: к.т.н., доцент, кафедры ТС в АБП и ДС Дьяченко А.В.

Методическое указание рассмотрено и рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского государственного аграрного университета, протокол № 7 от 27 апреля 2021 года.

© Брянский ГАУ, 2021

© Орехова Г.В., 2021

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	4	стр.
1	Краткие теоретические сведения	5	
2	Выбор одноковшовых экскаваторов для выполнения работ по отрывке котлованов и траншей	6	
3	Разработка грунта экскаватором с прямой лопатой	11	
4	Разработка грунта экскаватором с обратной лопатой	18	
5	Разработка грунта экскаватором-драглайном	20	
	Список литературы	24	

ВВЕДЕНИЕ

Методическое указание предназначено для выполнения практической работы, разработано согласно дисциплине «Организация и технология работ по природообустройству» для направления Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства».

Проведение практических работ по данной дисциплине является неотъемлемым и важным этапом в подготовке бакалавров.

В них освещена методика решения основных вопросов технологии производства работ по природообустройству. Рассматривается методика подсчета объемов земляных, основных, вспомогательных и транспортных процессов. Выбор методов производства этих работ предусматривает комплексную механизацию всех производственных процессов, учебные исследования по технико-экономическим обоснованиям принятых вариантов, технологические расчеты. В процессе выполнения заданий проводится работа с нормативной литературой.

В настоящем методическом указании освещена методика решения основных вопросов, составляющих объем технологии работ по природообустройству, приведены последовательность выполнения и рекомендации к решению технологических вопросов.

Выбор комплектов машин для выполнения работ по отрывке котлованов и траншей

Цель работы: освоить методику и научиться определять тип машины для разработки котлована.

Задание к работе:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Определить тип экскаватора для разработки котлована, выбрать типы проходок, рассчитать размеры проходок и их количество.

1. Краткие теоретические сведения

После определения объёмов земляных работ, подлежащих разработке, выполняют выбор способа производства земляных работ и подбирают комплекты машин.

Земляные работы являются наиболее трудоёмкими в строительстве, и поэтому требуют применения комплексной механизации, при которой механизуются не только основные, но и вспомогательные операции производственного процесса.

При комплексной механизации работы выполняются с помощью комплектов машин, взаимно дополняющих друг друга и увязанных между собой по основным параметрам и расположению в механизированной цепи. Правильно организованная комплексная механизация работ, исключая ручной непроизводительный труд, обеспечивает по сравнению с частичной механизацией достижение более высоких технико-экономических показателей по производительности труда, использованию машин и стоимости работ.

Основные условия правильного комплектования машин для производства земляных работ комплексно-механизированным способом следующие:

- а) количество машин, участвующих в технологическом процессе, должно

быть минимальным, а параметры их должны полностью соответствовать условиям работы, характеру и габаритам возводимого сооружения;

б) в составе каждого комплекта машин выделяется одна или несколько ведущих, которые в основном определяют организацию работ всего комплекта машин, его производительность и темпы производства работ;

в) состав комплекта машин должен обеспечивать непрерывность потока грунта от места его разработки до места отсыпки в насыпь или отвал;

г) производительность каждой входящей в комплект машины должна обеспечивать наиболее эффективную работу ведущей машины (или ведущих машин).

Выбор наиболее целесообразного способа производства земляных работ рекомендуется выполнять по следующему плану:

а) устанавливают процессы, входящие в полный технологический комплекс, и объёмы работ по каждому процессу;

б) исходя из объёмов работ и сроков их выполнения, характеристики земляного сооружения (рабочих отметок и размеров в плане), грунтовых условий, дальности перемещения грунта, рельефа местности, сезона производства работ, наличия воды и энергоресурсов определяют возможные в данных условиях способы механизации отдельных процессов (два варианта);

в) назначают по каждому варианту ведущие и комплектующие машины (комплекты машин), определяют их количество, устанавливают режим работы машин, состав и количество обслуживающего персонала;

г) сравнивают намеченные способы комплексной механизации производства работ по технико-экономическим показателям с выбором наиболее целесообразного способа производства земляных работ.

2. Выбор одноковшовых экскаваторов для выполнения работ по отрывке котлованов и траншей

При выборе способов механизации отдельных процессов могут быть использованы следующие рекомендации.

Для отрывки траншей применяют одноковшовые экскаваторы с обратной лопатой и драглайны с емкостью ковша 0,15 - 0,50 м, а также многоковшовые экскаваторы-канавокопатели.

Обратной лопатой с ковшом ёмкостью 0,15 м³ можно разрабатывать грунты I и II группы, а с ковшом емкостью 0,50 м - до IV группы включительно.

Преимуществом экскаваторов с обратной лопатой по сравнению с драглайнами является способность их отрывать узкие траншеи с вертикальными стенками. Это достоинство широко используют при рытье траншей в стесненных условиях, когда надо до минимума сократить объем вынутого из траншеи грунта.

Специфическая особенность обратных лопат заключается в том, что они могут разрабатывать узкие траншеи значительно большей глубины, чем при разработке широких выемок боковыми проходками. Это объясняется тем, что при разработке грунта лобовыми забоями в траншеях, ширина которых меньше расстояния между гусеницами или колёсами ходовой тележки, экскаватор может опускать стрелу под большим углом к горизонту. При разработке грунта боковыми забоями в широких траншеях или котлованах угол опускания стрелы ограничивается деталями ходового устройства.

Драглайны с ковшами ёмкостью до 0,35 м разрабатывают грунт I, II и III групп, а с ковшом ёмкостью 0,5 м - до IV группы включительно.

При этом небольшая ширина траншей позволяет производить выемку лобовым забоем. Такая разработка забоя позволяет отрыть траншею с крутыми боковыми откосами, имеющую глубину, равную наибольшей глубине резания.

Для рытья траншей при укладке трубопроводов целесообразно применять многоковшовые экскаваторы. При значительной протяженности траншей и мягких грунтах эти экскаваторы наиболее эффективны. Очертание траншей после прохода многоковшового экскаватора получается более правильным, чем после прохода одноковшового экскаватора.

Одноковшовые экскаваторы с прямой лопатой не добирают грунт в траншеях: на 10 см при емкости ковша 0,25 м ; 15 см - при 0,35 м ; 20 см при 0,5 и 1 м и 30 см при емкости ковша более 1 м.

Рытьё траншей многоковшовыми экскаваторами (цепными и роторными) в связных грунтах (суглинках и глинах) может вестись без крепления для укладки трубопроводов плетями при помощи кранов, при этом допустимая глубина не более 3 м.

В местах спуска рабочих в траншею для стыкования плетей и выполнения других работ следует устраивать местные откосы или крепления. Эти работы должны быть учтены в общей технологической схеме производства земляных работ.

Для обеспечения проектного уклона дна траншеи, разрабатываемой многоковшовыми или роторным экскаватором, поверхность грунта по трассе трубопровода должна быть спланирована до начала отрывки.

Если земляные работы выполняются со значительным опережением последующих работ, то траншеи следует отрывать с откосами или ступенчатыми стенками. Для этого на рабочие органы цепных многоковшовых экскаваторов устанавливаются специальные шнековые устройства, позволяющие расширять верхнюю часть траншеи. Для рытья траншей с откосами роторными экскаваторами на их рабочий орган устанавливаются откосники.

Разработка котлованов осуществляется, главным образом, одноковшовыми экскаваторами. Вид рабочего оборудования (прямая или обратная лопата, драглайн) выбирается в зависимости от размеров котлована и характера грунта. Котлованы под жилые и промышленные здания роют, экскаваторами с ковшем ёмкостью от 0,25 до 1,0 м³.

При рассредоточенных объёмах работ в сухих грунтах следует отдавать предпочтение пневмоколёсным экскаваторам как более маневренным. При высоком уровне залегания грунтовых вод целесообразно применять экскаваторы на гусеничном ходу, оборудованные преимущественно обратной лопатой или драглайном. Экскаваторы с прямой лопатой рекомендуется использовать на разработке грунта, главным образом, с погрузкой в транспортные средства при уровне грунтовых вод ниже подошвы забоя и при высоте забоя, обеспечивающей полную загрузку ковша. При уровне грунтовых вод выше подошвы забоя

для разработки экскаватором с прямой лопатой, требуется организовать водоотлив или водопонижение.

Для разработки грунта в котлованах в качестве ведущей машины применяют экскаваторы с оборудованием типа драглайн или прямая лопата, для широких траншей - прямая лопата или обратная лопата, для узких (шириной понизу до 3 м) траншей и ям под отдельные фундаменты одноэтажных промышленных зданий - обратная лопата.

В зависимости от объема грунта в котловане определяют емкость ковша экскаватора. По виду и категории грунта выбирают тип ковша экскаватора. Например, для песков и супесей выбирают ковши со сплошной режущей кромкой, а для глин и суглинков - с зубьями.

Котлованы под отдельные опоры при глубине до 3,5 м успешно отрывают экскаватором с обратной лопатой.

При небольшой глубине котлованов, значительной их протяженности, близком расположении мест отвалов и особенно при использовании грунта в полезных насыпях рытье котлованов успешно выполняется тракторными скреперами.

Котлованы для подвальных этажей протяженных зданий с перемещением грунта на небольшие расстояния (до 50 м) роют бульдозерами, начиная от поперечной оси котлована слоями на глубину 0,6 - 0,8 м.

Разработка недобора грунта в котлованах и траншеях может быть выполнена вручную, но при этом затрачивается большое количество ручного труда. Поэтому в технологической карте следует разработать мероприятия, способствующие разработке грунта по заданному контуру с минимальными затратами ручного труда.

Для зачистки дна котлована и траншей целесообразно применять струг, смонтированный на ковше обратной лопаты и управляемый машинистом из кабины экскаватора. Для этих работ можно использовать и микробульдозеры.

Для зачистки дна котлована могут быть также применены бульдозеры с оптическим прибором управления лучом (ПУЛ), экскаваторы, оборудованные

обратной лопатой с глубиномером ГОГ-2 и другие машины со специальными контрольными устройствами и приспособлениями.

Вертикальную планировку территории кварталов или отдельно стоящих зданий целесообразно выполнять при глубине срезки грунта до 0,5 м и дальности его перемещения не более 100 м бульдозерами или скреперами. Схемы их работы будут рассмотрены на следующих практических занятиях. При глубине срезки грунта более 0,5 м или дальности его перемещения более 100 м целесообразно для планировки применять одноковшовые экскаваторы (с прямой или обратной лопатой). Зачистка планируемой территории после срезки грунта экскаваторами должна осуществляться бульдозерами.

При вертикальной планировке площадок больших размеров может оказаться целесообразным применение различных способов разработки и перемещения грунта: экскаваторов с автосамосвалами, скреперов и бульдозеров. В этом случае на плане проектируемой площадки указываются зоны, отводимые для разработки грунтов различными способами.

Определение количества машин для разработки грунта выполняется после выбора способа производства работ и назначения по каждому варианту ведущих и комплектующих машин. Необходимо определить их количество, режим работы и состав обслуживающего персонала.

Если срок выполнения работ задан, то исходной величиной для расчёта необходимого количества машин и транспортных средств служит сменный поток работ, получаемый путём деления общего объёма земляных работ на заданный срок их выполнения. В этом случае количество машин определяется делением сменного потока работ на производительность механизма в смену, определённую по единым нормам и расценкам на земляные работы.

Если срок выполнения работ не задан, то срок определяется путём деления общего объёма работ на сменную производительность ведущей машины.

Подбор комплекта машин производится с учётом полного обеспечения предусмотренной производительности ведущей машины и максимального использования вспомогательных машин.

Если максимальная производительность одной ведущей машины недостаточна для полной загрузки имеющихся вспомогательных машин (автогрейдер, бульдозер, грунтоуплотняющие и др.), то в комплект вводят несколько ведущих машин.

В пояснительной записке должна быть приведена техническая характеристика принятого оборудования (ёмкость ковша, рабочие параметры, вес машины, грузоподъёмность и др.), состав и количество обслуживающего персонала. Механизированные земляные работы ведутся, как правило, в две-три смены.

Разработка технологической схемы производства земляных работ ведется путем сравнения вариантов. Выбирается вариант способа производства земляных работ, характеризующийся лучшими технико-экономическими показателями. Этот вариант принимается для детальной разработки технологии производства работ. Разработка технологии начинается с разработки технологической схемы - основного раздела технологической карты.

В схеме указывается последовательность разработки земляного сооружения с разбивкой его на забои и проходки (в плане и разрезе) с расстановкой землеройных, планировочных и транспортных средств. Чтобы обеспечить максимальную производительность экскаваторов, важно не только правильно подобрать типы машин и рабочее оборудование к ним, но и выбрать рациональную схему производства экскаваторных работ, произвести наиболее эффективную разбивку сечений на забои и проходки исходя из условий работы экскаватора с учетом оптимальных параметров. От ширины и формы забоя (лобовой, боковой) зависит угол поворота экскаватора на разгрузку и, следовательно, его производительность.

В зависимости от размеров выемки и параметров экскаваторов разработка ведётся в одну или несколько проходок по ширине (рис. 1) и в один или несколько ярусов по глубине.

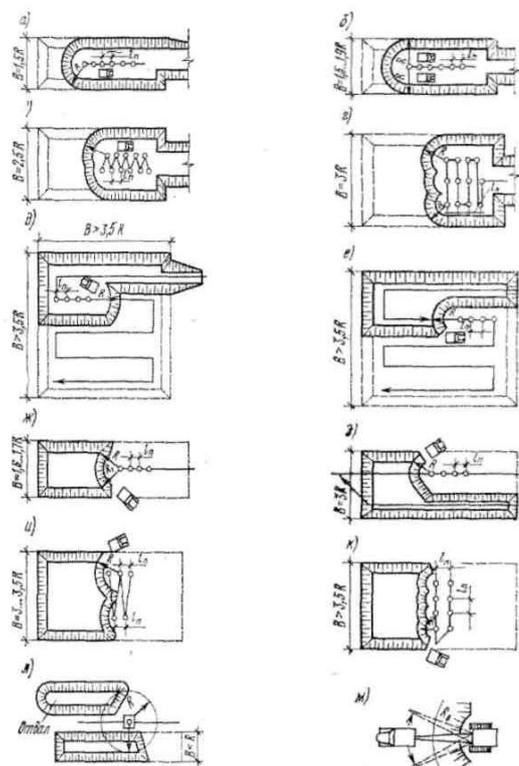
3 Разработка грунта экскаватором с прямой лопатой

Разработка грунта производится боковым и лобовым (тупиковым) забоем. При боковом забое транспортные средства располагаются на уровне подошвы забоя или выше его и имеют сквозной проезд, расположенный параллельно пу-

ти перемещения экскаватора только на уровне подошвы забоя сзади или сбоку от экскаватора; схема транспортных путей при этом -тупиковая.

Разработка выемок способом лобового забоя создаёт тяжёлые условия для работы транспорта. Много времени затрачивается на развороты автомашин и подачу их под погрузку задним ходом. Средний угол поворота платформы экскаватора для погрузки грунта в транспортные средства, особенно при работе в узких забоях, может достигать 180° , что увеличивает время рабочего цикла и снижает производительность экскаватора. Поэтому ширину лобового забоя целесообразно увеличить до размеров, в 2,5 - 3,5 раза превышающих наибольший радиус резания грунта экскаватором, и разработку вести путём перемещения экскаватора по зигзагу или поперёк котлована (рис. 1).

Уширенный лобовой забой улучшает условия подачи транспорта и позволяет работать с углом поворота экскаватора в пределах $90 - 110^\circ$ вместо 180° , что в итоге повышает производительность экскаватора и работающих с ним в комплексе автомобилей-самосвалов.



а - лобовой проходкой экскаватора, оборудованного прямой лопатой с односторонней погрузкой в транспортную машину; б - то же, с двусторонней погрузкой; в - уширенной лобовой проходкой с зигзагообразным перемещением экскаватора; г - то же, с перемещением экскаватора поперек котлована; д - боковой проходкой экскаватора, оборудованного прямой лопатой; е,

ж, з - торцовой проходкой вдоль котлована экскаватором, оборудованным обратной лопатой; и, к-то же, при проходках поперек котлована; л - боковой проходкой; м - поперечно-челночной проходкой экскаватором-драглайном

Рисунок 1 - Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами при отрывке котлованов

Уширенный лобовой забой следует применять только в тех случаях, когда по местным условиям нельзя применять боковой забой либо при устройстве съезда в котлован и отрывке пионерной траншеи. Уширенным лобовым забоем рекомендуется пользоваться также в тех случаях, когда параметры экскаватора позволяют за одну проходку отрыть котлован, в котором можно производить разворот автосамосвалов и уменьшить углы поворота экскаватора на выгрузку.

При производстве работ боковым забоем транспортные пути расположены параллельно оси перемещения экскаватора, что позволяет подавать транспортные средства под погрузку без разворотов и значительно уменьшить угол поворота стрелы экскаватора при погрузке. А это в свою очередь увеличивает производительность экскаватора и работающих с ним транспортных средств.

В широких выемках (котлованах), разрабатываемых несколькими проходками, лобовым уширенным забоем выполняется лишь пионерная траншея, а вся дальнейшая разработка грунта в выемке, как правило, производится способом бокового забоя.

Наиболее распространённым типом бокового забоя является забой, в котором транспортные пути размещены на одном уровне с экскаватором параллельно оси его перемещения.

При таком взаимном расположении экскаватора и транспортных средств максимально используются все параметры рабочего оборудования и представляется возможность применять для транспортирования грунта различные транспортные средства.

Боковые забои с расположением транспортных путей выше уровня стоянки экскаватора применяются при рытье котлованов и пионерных траншей

небольшой глубины, при заглублении прямой лопаты на более низкий рабочий горизонт при разработке глубоких выемок.

Возможность разработки котлована боковым забоем с расположением транспортных путей выше уровня подошвы зависит от характеристики рабочего оборудования экскаватора, глубины котлована и высоты транспортной единицы.

В этом случае максимально возможная для данного экскаватора глубина котлована (проходки) h определится из выражения:

$$h = H - (h_m + 0,8), \quad (1)$$

где H - максимальная высота выгрузки грунта экскаватором, м;

h_m - высота транспортной единицы до верха борта, м;

0,8 м - запас на неровности пути и возвышение грунта над бортами транспортной единицы, м.

1 ВАРИАНТ расчета параметров проходки

Максимальное расстояние B_n от оси перемещения экскаватора до бровки у погрузочного пути определяется из выражения:

$$B_n = R_e - \left(\frac{b}{2} + 1\right), \quad (2)$$

где R_e - радиус выгрузки при максимальной высоте, м;

b - ширина хода транспортной единицы или длина шпал рельсового пути, м;

1 - минимальная ширина бермы, м.

Ось пути экскаватора должна отстоять от нижней кромки ближайшего откоса на величину B , обеспечивающую при повороте экскаватора расстояние между хвостовой частью кабины и откосом выемки не менее 1 м.

Максимальное расстояние от оси перемещения экскаватора до бровки, противоположной погрузочному пути, определяется по формуле:

$$B = \sqrt{R^2 - l_n^2}, \quad (3)$$

где R - максимальный радиус резания, м;

l_n - длина рабочей передвижки экскаватора, м.

Максимально возможная ширина проходки определяется по формуле:

$$B_n = B_n + B, \quad (4)$$

Однако известно, что работа на предельно вытянутой рукояти влечёт за собой преждевременный износ креплений напорного механизма, приводит к уменьшению режущей способности ковша и требует от машиниста экскаватора повышенного внимания, вызывая тем самым излишнюю утомляемость.

В соответствии со сказанным, максимальная ширина проходки должна определяться уменьшенными радиусами резания и выгрузки, путём умножения их паспортных значений на коэффициент K_0 , принимаемый 0,8 - 0,9. Исходя из этого максимальная ширина проходки, разрабатываемой боковым забоем с расположением транспортных путей выше уровня подошвы забоя, определяется по формуле:

$$B_m = (0,8 - 0,9) \cdot R_b - \left(\frac{6}{2} + 1\right) + \sqrt{[(0,8 - 0,9) \cdot R]^2 - l_n^2}, \quad (5)$$

Ширина забоя оказывает большое влияние на эффективность работы экскаватора. При максимальной ширине бокового забоя угол поворота экскаватора достигает 180° , что вызывает увеличение продолжительности цикла и соответственное уменьшение производительности экскаватора. Поэтому ширину бокового забоя следует уменьшать.

Практика показала, что ширину боковых забоев следует принимать не более $(0,8 - 0,9) R$, где R максимальный радиус резания экскаватора. Сокраще-

ние ширины бокового забоя выгодно до тех пор, пока экономия времени, получаемая от уменьшения угла поворота, будет больше, чем потери времени, вызванные более частыми передвижками экскаватора в узкой забое.

Минимальная ширина проходки при боковом забое должна быть не менее удвоенного радиуса вращения хвостовой части поворотной платформы экскаватора. При такой ширине средний угол поворота платформы для разгрузки грунта не превысит 60° , вместе с тем исключается возможность задевания кабиной экскаватора стенок забоя и транспортных средств при вращении платформы в процессе экскавации и погрузки грунта.

$$K = 2 \cdot r \quad , \quad (6)$$

где K - наименьшая ширина проходки при боковом забое, м;

r - радиус хвостовой части кабины экскаватора, м.

Автосамосвалы, подаваемые под погрузку грунта, устанавливаются по вешкам так, чтобы угол поворота экскаватора при погрузке не превышал 90° .

При определении глубины разработки выемки следует учитывать, что экскаватор с прямой лопатой работает наиболее эффективно, если высота забоя не более чем на 20 % превышает высоту напорного вала, установленного на рабочем оборудовании.

$$h_0 = 1,2 - M, \quad (7)$$

где h_0 - оптимальная высота забоя, м;

M - высота напорного вала над уровнем стоянки, м.

При большей высоте в связных грунтах образуется опасный навес забоя, который может повлечь повреждение экскаватора при обвалах грунта.

Минимальная же высота забоя должна быть не меньше трёхкратной высоты ковша.

2 ВАРИАНТ расчета параметров проходки

Вид проходки экскаватора зависит от глубины и ширины котлована и условий его разработки. Лобовыми проходками разрабатывают выемки на крутых склонах или, когда глубина выемки не позволяет загружать транспортные средства, расположенные на берме выемки.

Неширокие котлованы (шириной до $1,5R$) разрабатывают лобовой проходкой с односторонней погрузкой в транспортные средства (рис. 1, а), при ширине котлована от $1,5R$ до $1,9R$ разработку ведут лобовой проходкой с двусторонней подачей транспортных средств (рис. 1, б).

Наибольшая ширина лобовой проходки поверху для экскаватора с прямой лопатой при движении его по прямой определяется по формуле:

$$B = 2 \cdot \sqrt{R_0^2 - l_n^2}, \quad (8)$$

где R_0 - оптимальный радиус резания экскаватора;

l_n - длина рабочей передвижки экскаватора.

Котлованы шириной от $1,9R$ до $2,5R$ разрабатывают уширенной лобовой проходкой с передвижкой экскаватора по зигзагу (рис. 1, в), а до $3R$ - с передвижкой его поперек котлована (рис. 1, г), т. е. поперечно-торцевой проходкой.

Широкие котлованы (более $3,5R$) разрабатывают вначале лобовой, затем боковыми проходками. Наибольшая ширина проходки при этом равна:

- для зигзагообразной

$$B = 2 \cdot \sqrt{R_0^2 - l_n^2} + 2 \cdot R_c, \quad (9)$$

- для поперечно-торцевой

$$B = 2 \cdot \sqrt{R_0^2 - l_n^2} + 2 \cdot n \cdot R_c, \quad (10)$$

- для боковой

$$B = 2 \cdot \sqrt{R_0^2 - l_n^2} - m \cdot H + 0,7 \cdot R_c, \quad (11)$$

где R_c - радиус резания на уровне стоянки;

n - количество поперечных передвижек экскаватора;

m - коэффициент откоса;

H - высота забоя.

При глубине выемки (котлована), превышающей оптимальную высоту забоя, грунт разрабатывают по ярусам (уступам) в последовательности, определяемой профилем выемки.

4 Разработка грунта экскаватором с обратной лопатой

Котлован разбивается на проходки, как и при работе экскаватором с прямой лопатой. Ширина проходок должна обеспечивать наименьшие затраты времени на рабочий цикл ковша.

Если надо расширить проходку, чтобы освободить фронт для других строительных работ, то грунт разрабатывают уширенными забоями при зигзагообразном перемещении экскаватора.

Рытьё котлованов шириной 12 - 14 м производят одной лобовой проходкой с зигзагообразными движениями экскаватора, а при большей ширине - параллельными проходками.

При разработке грунта навывет (с укладкой грунта непосредственно в земляное сооружение или в отвал) величина углов поворота не должна превышать в среднем 90° , а при погрузке в транспортные средства - 70° .

Как в лобовом, так и в боковом забое ось рабочего передвижения экскаватора с целью уменьшения угла поворота следует смещать в сторону транспортных средств.

Разработка грунта экскаваторами с обратной лопатой осуществляется торцовыми или боковыми проходками с перемещением экскаватора поверху забоя «на себя» с копанием грунта ниже уровня его стоянки (см. рис. 1, е). Последняя особенность важна в тех случаях, когда грунты увлажненные или мокрые.

Возможно также вести разработку грунта из-под воды. При этом в зависимости от ширины котлованов, разработку грунта осуществляют с прямолинейной, зигзагообразной лобовой (рис. 1, ж, з, и), поперечно-торцовой (рис. 1, к) и боковой проходками (рис. 1, л).

Разрабатываемый грунт обычно отсыпают в отвал на бровку и частично (излишки, ненужные для обратной засыпки) на транспорт.

1 ВАРИАНТ расчета параметров проходки

Ширину проходки при погрузке грунта в транспортные средства принимают $(1,2 - 1,3)R$, а при отсыпке в отвал - $(0,7 - 0,8)R$, так как размер проходки ограничивает вместимость отвала.

При отрывке траншей разработку грунта рекомендуется начинать со стороны откоса к середине траншеи, что снижает сопротивление грунта резанию. Траншеи с шириной по дну до 1 м разрабатывают за одну проходку (торцовую) с перемещением экскаватора по оси траншеи.

2 ВАРИАНТ расчета параметров проходки

Траншеи и другие узкие выемки разрабатываются лобовым забоем с погрузкой грунта в транспортные средства или в отвал на одну или обе стороны.

При погрузке грунта в транспортные средства или односторонний отвал максимальная ширина лобовой проходки поверху:

$$B_1 = b_2 - b_1 = \sqrt{R_{cm}^2 - L_n^2} + \left(R_{e.m} - \frac{b_k}{2} - 1\right), \quad (12)$$

где R_{cm} - наибольший радиус резания на уровне стоянки, м;

L_n - длина рабочей передвижки экскаватора, м;

$R_{\epsilon.m}$ - наибольший радиус выгрузки грунта в транспортные средства, м;

b_k - ширина транспортных средств или отвала грунта, м.

При двусторонней выгрузке грунта ширина проходки поверху:

$$B_1 = 2 \cdot b_1 = 2 \cdot \left(R_{\epsilon.m} - \frac{b_k}{2} - 1 \right), \quad (13)$$

Разработка котлованов боковыми забоями осуществляется за несколько проходок с погрузкой грунта в транспортные средства.

Грунт крайних проходок может быть уложен в отвал и использован в дальнейшем для обратной засыпки.

Ширина первой проходки определяется по предыдущим формулам, а каждой последующей:

$$B_n = b_1 + b_2 = \left(R_{\epsilon.m} - m \cdot H - \frac{b_k}{2} - 1 \right) + \sqrt{R_n^2 - L_n^2}, \quad (14)$$

5 Разработка грунта экскаватором-драглайном

Выемки разрабатываются экскаватором-драглайном за несколько боковых или за одну лобовую проходку. Размеры забоя для драглайна определяются так же, как и при разработке грунта экскаватором с обратной лопатой.

При работе экскаватора, оборудованного драглайном, грунт разрабатывается ниже уровня стоянки и грузится в автосамосвалы, устанавливаемые на уровне стоянки экскаватора или в забое (при работе челночным методом). Перед началом работы участки пути, по которым передвигается драглайн, выравниваются бульдозером или автогрейдером. Площадки на местах стоянок экскаватора после перемещения должны иметь горизонтальную поверхность.

В зависимости от ширины котлована и рабочих параметров экскаватора первая проходка выполняется лобовым забоем с перемещением экскаватора по

оси отрываемой траншеи или уширенным лобовым забоем с перемещением экскаватора по зигзагообразной линии. Эти схемы применяются главным образом в тех случаях, когда такой проходкой можно отрыть котлован на полную ширину. В остальных случаях первая проходка осуществляется узким лобовым забоем с установкой экскаватора на оси, совмещенной с нижней бровкой котлована.

После отрывки пионерной траншеи, выполненной за первую проходку экскаватора, разработка грунта в котловане ведётся последовательно боковыми продольными забоями с погрузкой грунта в автосамосвалы, устанавливаемые на уровне стоянки экскаватора или в котловане (рис. 1, м). Расстояние перемещения экскаватора между стоянками принимается равным $1/5$ длины стрелы.

При погрузке грунта на транспортные средства, подаваемые к экскаватору на одном с ним уровне, средний угол поворота экскаватора должен быть равен 70° . При разработке грунта навывет ширина проходов должна быть такой, чтобы величина угла поворота при работе не превышала 90° .

Широкие выемки разрабатывают за несколько лобовых проходов или применяют такие технологические приемы, как перемещение по зигзагу или поперечно-торцовую проходку, а также челночный способ работы экскаватора. При устройстве широких котлованов, а также насыпей из грунта резерва в ряде случаев применяют боковую проходку, ширина которой составляет около $(0,7 - 0,8)R$, а поворот стрелы экскаватора для разгрузки - 180° .

Преимуществом боковых забоев является возможность перемещения грунта на значительно большие расстояния, чем при работе в лобовых забоях. Однако ширина боковых забоев меньше лобовых, а глубина не превышает $2/3$ полной глубины резания.

При разработке грунта в отвал на расстояние, превышающее радиус разгрузки ковша, следует применять бульдозеры для перемещения грунта от места выгрузки из ковша до места укладки в сооружение или отвалы.

Для разработки широких котлованов, когда состояние грунта и размеры проходки драглайна позволяют подавать автомобили-самосвалы по дну проходки, рекомендуется применение челночных способов погрузки грунта. При этих способах автосамосвалы подаются в забой по дну выемки или котлована.

При поперечно-челночной схеме набор грунта производится поочередно с каждой стороны автосамосвала. При этом ковш разгружается без остановки поворота стрелы (без реверсирования) в момент нахождения его над кузовом самосвала.

Поперечно-челночная схема обеспечивает уменьшение угла поворота стрелы экскаватора-драглайна до 10-15°.

При продольно-челночной схеме грунт набирают перед торцевой (задней) стенкой кузова самосвала и, подняв ковш, разгружают его над кузовом. При работе по этой схеме поворотные движения экскаватора фактически отсутствуют.

В результате применения челночных способов погрузки грунта уменьшаются высота подъема ковша и угол поворота стрелы, что значительно сокращает рабочий цикл экскаватора и повышает его производительность.

Задача

Требуется определить тип экскаватора для разработки котлована, выбрать типы проходок, рассчитать размеры проходок и их количество, которое необходимо для того, чтобы разработать котлован при следующих данных: $V_{котл} = 4500 \text{ м}^3$, размеры котлована поверху 40х60 м, $H_{котл} = 1,85 \text{ м}$, $m_{отк} = 0,5$.

Так как $V_{котл} = 4500 \text{ м}^3$ для разработки котлована принимаем одноковшовый экскаватор, оборудованный обратной лопатой с емкостью ковша $0,5 \text{ м}^3$ марки ЭО 5015А. Он имеет следующие технические характеристики:

- емкость ковша – $0,5 \text{ м}^3$;
- наибольшая глубина копания – 4,5 м.
- наибольший радиус копания – 7,3 м;
- наибольшая высота выгрузки – 3,9 м.

Ширина котлована $B = 40 \text{ м} \geq 3,5 \cdot R = 3,5 \cdot 7,3 = 25,6$.

Следовательно, разработка котлована будет вестись боковыми проходками.

Первая проходка – лобовая. Определим ее ширину по формуле (12), подставив следующие значения: $R_{cm} = 7,3 \text{ м}$; $L_n = 2 \text{ м}$; $R_{em} = 6,0 \text{ м}$; $b_k = 2,64 \text{ м}$ – для МАЗ-503.

Определим ширину боковых проходок по формуле (14).

Где $R_n = R_{cm} - m \cdot H$ –наибольший радиус резания на уровне подошвы забоя, м.

Определим количество проходок, за которое можно разработать котлован.

Определим число проходок.

Котлован разрабатывают за ____ проходок:

I – лобовая, шириной _____ м;

II, III, IV – боковые полные, шириной _____ м;

V – боковая неполная, шириной _____ м.

Ниже привести схему разработки котлована.

Вывод по работе.

Список литературы

1. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы / Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1989.
2. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования. М.: Госстрой России, 1999.
3. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство. М.: Госстрой России, 2002.
4. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989.
5. Руководство по конструкциям опалубок и производству опалубочных работ. М.: Стройиздат, 1983.
6. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988.
7. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1987.
8. Земляные работы: справочник строителя / Л.В. Гриншпун, А.В. Карпов, М.С. Чиченков и др.; под ред. Л.В. Гриншпуна. М.: Стройиздат, 1992.
9. Расчет организационно-технологических параметров различных строительных процессов: метод. указания к выполнению лабораторных работ / А.Н. Ткаченко, В.П. Радионенко, А.Н. Василенко и др. Воронеж, 2015. 38 с.
10. Технология строительных процессов: учебник для вузов / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Копылов и др.; под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. М.: Высш. школа, 2000.
11. Бозылев В.В., Сафончик Д.И. Технология строительного производства: учеб.-метод. комплекс. В 5 ч. Ч. 2. Новополюцк: ПГУ, 2008. 284 с.

Учебное издание

Орехова Галина Владимировна

ВЫБОР КОМПЛЕКТОВ МАШИН ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО ОТРЫВКЕ КОТЛОВАНОВ И ТРАНШЕЙ

Методическое указание для выполнения практической работы
по дисциплине «Организация и технология работ
по природообустройству»

по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы,
профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного
строительства»

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 01.06.2021 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,45. Тираж 25 экз. Изд. № 6953.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ