

МСХ СССР

ВСЕСОЮЗНАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА
АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК имени В. И. ЛЕНИНА

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ГИДРОТЕХНИКИ И МЕЛИОРАЦИИ
имени А. Н. КОСТЯКОВА

14379

На правах рукописи

Инженер Д. ЭСЕНОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ
ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ
ЗЕМЛЕРОЙНЫМИ МАШИНАМИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ
ИРРИГАЦИОННЫХ КАНАЛОВ В ПЕСЧАНЫХ
ГРУНТАХ
(НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА КАРАКУМСКОГО
КАНАЛА)**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук.
Научный руководитель—
кандидат с.-х. наук П. В. МАРКОВ.

МОСКВА — 1963

Земляные работы — Механизация

Исследования и экспериментальные работы по теме диссертации выполнены в 1960—1962 гг. в полевых условиях на строительстве Каракумского канала.

Защита диссертации состоится 1964 г. на Ученом совете Всесоюзного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова.

Отзывы и замечания просим направлять по адресу: Москва, А—8, ул. Прянишникова, 19. Ученый совет ВНИИГиМ.

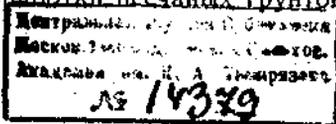
Решения XXI и XXII съездов Коммунистической партии Советского Союза, последующие пленумы ЦК КПСС и Программа партии поставили важные задачи по дальнейшему развитию всех отраслей сельского хозяйства, являющегося составной частью материально-технической базы коммунизма.

Дальнейшее развитие сельского хозяйства в Казахстане, в республиках Средней Азии, Закавказья и некоторых других районах Советского Союза тесно связано с орошением и освоением новых больших земельных массивов, а следовательно, со строительством крупных ирригационных систем. При строительстве больших ирригационных систем основным видом строительных работ являются земляные работы.

Многое в изучении вопросов, связанных с развитием механизации земляных работ, т. е. в создании новых совершенных отечественных землеройных машин и разработке новой рациональной технологии производства земляных работ принадлежит советским ученым и инженерам — чл.-корр. АСН А СССР, доктору техн. наук, проф. Н. Г. Домбровскому, докторам технических наук, профессорам А. Н. Зеленину, И. И. Знаменскому, А. А. Бромбергу и С. Е. Кантореру, кандидатам техн. наук Ю. А. Ветрову, Д. И. Федорову, Н. К. Феншну, П. А. Зимину, Ю. Б. Дейного, М. Н. Ритову, Д. И. Плешкову и ряду других.

Отсутствие до последнего времени опыта производства земляных работ при строительстве ирригационных каналов в песчаных грунтах не позволило глубоко изучить использование землеройных машин (по времени и выработке) и на его основе установить характерные условия их применения, параметры и критерии, определяющие экономичность отдельных методов и способов выполнения каждой операции и полного цикла работы землеройных машин.

В настоящее время большие объемы земляных работ по строительству ирригационных каналов выполняются в пустынных условиях в песчаных грунтах. Так, на строительстве Каракумского канала около 65—75% общего объема земляных работ выполнялись в песчаных грунтах. Передовые строители, хорошо организовав работу своих машин, приспособивая их конструкции для разработки песчаных грунтов, применяя бо-



лее экономичные методы и способы производства земляных работ, достигли высокой производительности и значительного снижения себестоимости земляных работ. Однако опыт работы этих передовых механизаторов не получил надлежащего широкого освещения. В технической литературе также почти отсутствуют конкретные данные, показывающие наилучшие условия применения и технико-экономическую целесообразность использования отдельных видов и типов землеройных машин, методов и способов производства земляных работ при разработке ирригационных каналов в пустынных условиях в песчаных грунтах.

В связи с этим в настоящей диссертационной работе поставлена задача:

1. Определить на основании непосредственных исследований, а также литературных, проектных и других материалов влияние тяжелых природных условий пустыни на работу землеройных машин, методы и способы производства.

2. Установить действительную картину работы землеройных машин при разработке ирригационных каналов в песчаных грунтах; на основании этого определить рациональные технико-организационные условия, параметры, критерии выполнения отдельных операций, полного цикла и режимы работ землеройных машин.

3. На основе исследований и анализа производительности землеройных машин и затрат выявить резервы улучшения технико-экономических показателей при разработке каналов в пустынных условиях различными способами в песчаных грунтах.

Выполнение этой работы было возможно в результате большой помощи, оказанной автору со стороны строителей Каракумского канала в проведении исследовательских работ и по сбору материалов.

Диссертационная работа (200 страниц машинописного текста) состоит из введения, трех глав, выводов и рекомендаций и списка использованной литературы. Приводятся 38 таблиц, текст иллюстрирован 33 рисунками и фотографиями.

I. Краткая характеристика трассы Каракумского канала, влияние природных условий на работу землеройных машин и технологию производства земляных работ

При проектировании и строительстве ирригационных каналов природные условия являются одним из основных факторов, определяющих выбор трассы, параметры и формы сечения каналов, подбор и режимы использования землеройных машин и технологию производства земляных работ.

1. Климатические условия района строительства Кара-

кумского канала очень тяжелые: температура воздуха достигает 45—50° С, что приводит к очень быстрому иссушению грунта, перегреву двигателя, кожаные части машин становятся более жесткими, ломкими, легко растрескиваются и разрушаются под незначительными нагрузками. У землеройных машин с гидравлическим управлением наблюдается утечка масла и др. Зимой температура воздуха иногда понижается до —25—30°, что также отрицательно влияет на производство земляных работ, осложняя работу землеройных машин и механизаторов.

Сумма скоростей горячих, сухих активных (способных перемещать песчаные грунты) ветров, превышающих 5 м/сек, составляет зимой 500, а летом—более 1000 м. Под действием этих ветров песчаные грунты поднимаются в воздух, сильно насыщая его, так что через 2,5—3,5 часа работы воздухоочистителя землеройных машин совершенно перестают очищать воздух, смазочные масла очень быстро сушатся и тем самым смазки не выполняют свою функцию, что приводит к быстрому износу отдельных частей машин. Это увеличивает простои землеройных машин на смазку, ремонт и уменьшает сроки их службы до 40—50% от нормативных. Еще под действием этих ветров происходит заносы готовых участков канала, величина которых достигает 8—12, а местами—13—15% разрабатанного объема. Кроме того, сильно насыщенный песком горячий воздух значительно затрудняет работу механизаторов, ограничивает зону видимости и быстро утомляет их. Поэтому с 15 мая по 15 сентября землеройные машины работают только в две смены — в ночное время и ранним утром.

При сильных же ураганах землеройные машины простаивают в среднем 120 часов в течение года. Все эти обстоятельства необходимо учитывать при установлении среднесменного и годового посменного режима работы землеройных машин и производительности.

Осадки увлажняют песчаные грунты, положительно влияют на условия производства земляных работ, так как уменьшают запыленность воздуха, потери грунта при транспортировании, улучшают температурный режим окружающего воздуха и проходимость землеройных машин. В связи с этим большое значение в улучшении использования землеройных машин имеет правильное распределение объема земляных работ и эффективность использования их по сезонам.

Для эффективного использования землеройных машин в периоды прохладной погоды и в более увлажненные, поздние осенний, зимний и ранне-весенний периоды, следует обеспечивать их бесперебойной работой с большой нагрузкой, с достаточным фронтом работ, что значительно повышает коэффициент использования машин по времени и производитель-

ности. Там, где уровень грунтовых вод высок, наоборот, лучше организовать разработку каналов в жаркий летний и ранне-осенний периоды, когда уровень грунтовых вод находится на 1,5—2,0 м глубже по сравнению с ранне-весенним дождливым периодом.

2. Песчаные грунты, как и всякие другие типы грунтов, на ирригационном строительстве выступают, с одной стороны, как материала для строительства канала, а с другой, — как среда для производства земляных работ. В последнем случае песчаные грунты несколько отличаются от всех других типов грунтов большой сыпучестью, удельным сопротивлением, плохой проходимостью и меньшим коэффициентом наполнения рабочих органов землеройных машин. Характер и величину этого воздействия более полно можно выявить в результате подробного анализа основных физико-механических свойств песчаных грунтов, который приводился в диссертационной работе.

Несмотря на большую важность изучения вопросов влияния отдельных физико-механических свойств грунтов на производство земляных работ, им уделяется очень мало внимания.

Даже в таком важном вопросе, как определение трудности разработки (категории) грунтов, не учитывается влияние отдельных физико-механических факторов, не говоря уже об изменении их величины с изменением методов, способов и условий работы землеройных машин.

Для устранения этих недостатков автор предлагает новую методику определения трудности разработки грунтов, учитывающую все действующие факторы. Предлагается по самым рациональным методам и способам производства земляных работ для различных дальностей перемещения путем хронометража определять затрату времени на разработку единицы объема грунта. С учетом его качества расценивать и принимать это за расчетную величину для определения трудности разработки данной категории грунтов, условий работы машин, вида работ и для их оценки.

На основании указанной расчетной величины определить необходимую затрату времени на весь выполненный объем земляных работ и оценить их независимо от того, какими методами и способами они выполнялись и сколько фактически затрачивалось рабочего времени на выполнение этих объемов земляных работ.

Применение этой методики определения трудности разработки отдельных категорий грунтов удовлетворяет требованию, предъявляемому к производству земляных работ, делает их более действенными и научно обоснованными.

3. В зависимости от рельефа местности ирригационные

каналы приобретают различные формы поперечных сечений: полувыемки — полунасыпи, выемки, насыпи и в косогорах. Разными параметрами и сечениями каналов и обусловлено использование для их разработки различных видов и типов землеройных машин, методов и способов производства земляных работ. Каналы, проходящие по глубоким выемкам, в технико-экономическом отношении целесообразно разрабатывать бульдозерами с нормальным 1:5 и 1:6 заложением откоса канала. Если канал проходит в насыпи, его лучше разрабатывать с использованием скреперов и бульдозеров.

В зависимости от рельефа трассы каналов лучше прокладывать в нормальном направлении к межкотловинным грядовым пескам, так как в случае расположения каналов вдоль больших песчаных склонов осложняются условия производства земляных работ, увеличиваются затраты на укрепление откосов с верхней стороны, фильтрация воды из канала через нижнюю дамбу и износ машин. При строительстве каналов необходимо по возможности использовать имеющиеся на трассе котловины и понижения под его русло для разработки канала с помощью потока воды и в качестве кавальеров и отстойников для отсыпки лишнего объема грунта и осветления мутных вод.

II. Анализ технологии производства земляных работ и режим использования землеройных машин при разработке каналов в песчаных грунтах

1. Характерной особенностью производства земляных работ на Каракумском канале является то, что строительство его осуществляется в пустынных условиях, и канал полностью или частично разрабатывают в песчаных грунтах. Поэтому в таких случаях каждая используемая землеройная машина самостоятельно, независимо от других машин, должна удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к комплексной механизации, т. е. обеспечивать наивысшую для современного уровня развития техники, производительности труда и заданные темпы строительства при высоком качестве работ и наименьшей их стоимости.

Этим требованиям удовлетворяют землеройные машины, по своей конструкции наиболее приспособленные для работы в суровых пустынных условиях; технико-эксплуатационные показатели их обеспечивают разработку полного сечения канала и перемещение (транспортировку) разработанного грунта из профильной выемки канала или резерва непосредственно в насыпь приканальных дамб, без промежуточных отвалов.

К числу таких землеройных машин относятся экскаваторы Э-1004, бульдозеры Д-271, скреперы Д-222. Эти землеройные

машины получили широкое распространение и составляют преобладающее количество в имеющемся парке. Поэтому, по рекомендации инженерно-технических работников и опытных механизаторов, на строительстве Каракумского канала все опыты проводились на этих машинах в основном по методике Д. И. Федорова. Обобщение опыта и исследование работы передовых механизаторов по этой методике заключалось в установлении факторов, определяющих производительность землеройных машин. Затраты времени на выполнение единицы объема работ определяли путем хронометража по отдельным операциям и циклам при различных методах и способах их выполнения.

Были также установлены с учетом всех действующих факторов и существующих резервов среднесменные и годовые посменные режимы использования указанных машин применительно к пустынным условиям строительства Каракумского канала.

На основании этих данных была определена технико-организационная и экономическая целесообразность применения отдельных методов и способов производства земляных работ.

2. Нашими исследованиями были определены основные показатели выполнения отдельных методов набора грунта бульдозерами Д-271 на тракторе С-100. Эти данные приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Способ набора грунта	Длина пути набора грунта, м	Средняя скорость движения бульдозера, м/сек	Затрата времени на набор грунта, сек.	Объем грунта в конце набора, м ³	Производительность, м ³ /сек
С максимальным заглублением вначале и постепенным подъемом отвала	5,7	0,57	10	4,32	0,432
Равномерной толстой стружкой	3—3,5	0,437	8	4,96	0,620
Гребенчатый или ступенчатый метод	5,5	0,365	13—15	4,03	0,327
С постепенным заглублением отвала	6,20	0,413	15,0	4,15	0,280

Как видно из приведенных данных, более рациональными методами набора грунта бульдозером являются I и II, т. е. набор грунта равномерной толстой стружкой и набор грунта с максимальным заглублением отвала в начале и постепенным подъемом его в конце.

Наилучшим методом перемещения грунта является работа бульдозеров по траншее. Совершенствуя этот метод перемещения грунтов, передовые бульдозеристы строительства Каракумского канала (тт. Ю. Берников, Б. Язмухаммедов и др.) при длине пути, превышающей 25—30 м, оставляют грунт в конце набора, возвращаются назад, делают новый набор грунта, который перемещается вместе с оставленным. Перемещение двойного объема песчаного грунта на 50 м по траншеем на горизонтальном участке дало увеличение перемещенного объема на 25—30%; по откосу канала, с коэффициентом заложения $m=1:5 \div 1:6$ —на 14—16%. Попытки переместить тройной объем с перевалом не дали эффекта вследствие увеличения продолжительности операции на 15—20%. Отсыпку грунта на подъем по откосу канала или приканальных дамб лучше производить с прижимом к отсыпанному грунту в предыдущем цикле работы бульдозера, с последующим разравниванием после 6—8 циклов. При этом на эту операцию уходит всего 3—4 секунды.

Холостой ход мощных бульдозеров при разработке больших каналов обычно совершается задним ходом на IV передаче трактора. Сократить его продолжительность можно, применив рациональные схемы движения бульдозеров, что дает возможность уменьшить длину и увеличить скорость.

Для разработки больших каналов в песчаных грунтах получил распространение траншейный способ. Отличительной особенностью этого способа работы бульдозеров в песчаных грунтах от работы на остальных типах грунтов является то, что здесь траншеи делают параллельные, глубиной 1,2—1,5 м; при этом оставляются валики между ними шириной 0,5—0,75 м. По мере разработки второй траншеи оставленный валик рассыпается и остается постоянным по высоте, равной 0,35—0,5 м, что достаточно препятствует рассыпанию и потерям грунтов у края отвала бульдозера при его движении.

Нашими исследованиями определены критерии производительности бульдозеров Д-271 на тракторе С-100 при разработке ирригационных каналов в песчаных грунтах с применением I траншейного и II бестраншейного способа работы в различных условиях. Результаты проведенных опытов представлены на рис. 1.

На рис. 1 видно, что наибольшая производительность в обоих положениях бульдозера достигается при обеспечении его отвала боковыми открялками с производством работ траншейным способом.

Автором была также проверена в песчаных грунтах работа спаренных бульдозеров. Установлено, что этот способ работы не давал повышения производительности бульдозеров по сравнению с остальными способами вследствие затруднен-

Сменная эксплуатационная производительность

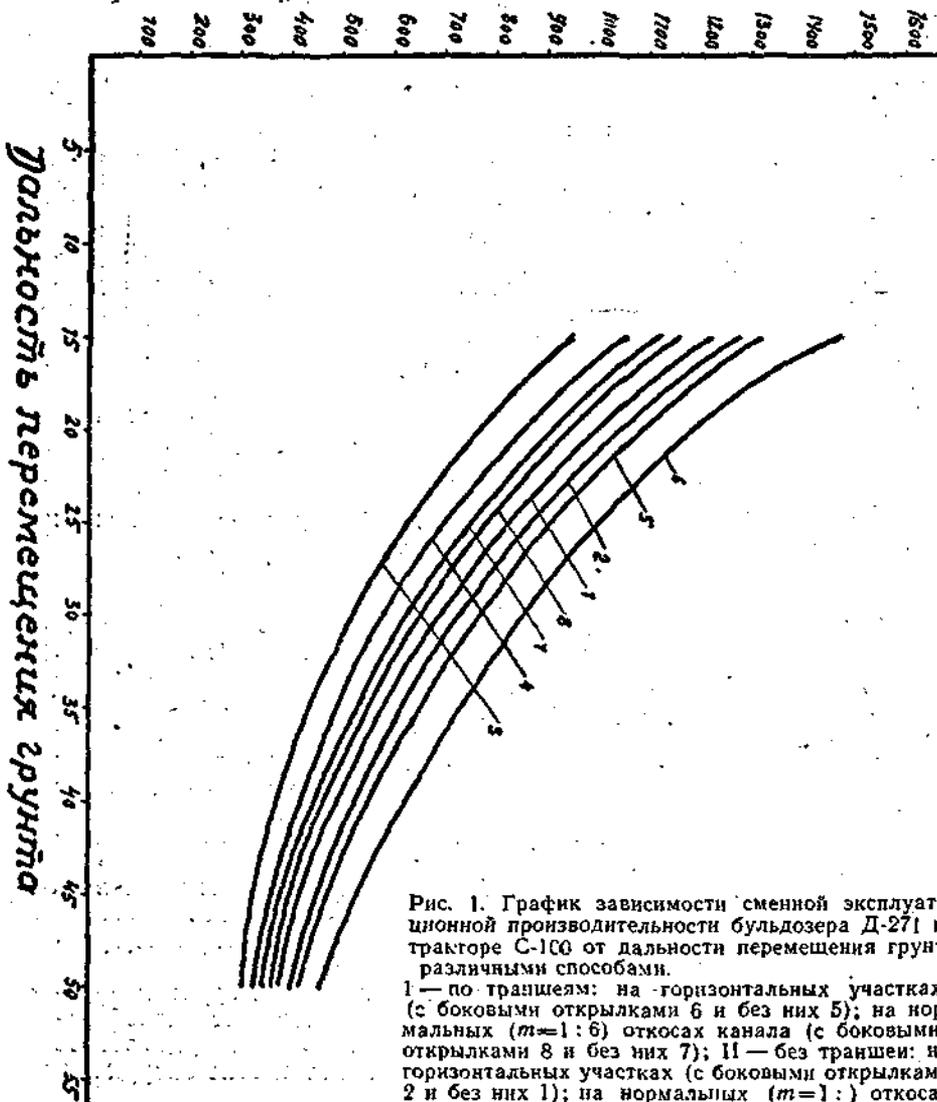


Рис. 1. График зависимости сменной эксплуатационной производительности бульдозера Д-271 на тракторе С-100 от дальности перемещения грунта различными способами.

1 — по траншеям: на горизонтальных участках (с боковыми открылками 6 и без них 5); на нормальных ($m=1$: 6) откосах канала (с боковыми открылками 8 и без них 7); II — без траншей: на горизонтальных участках (с боковыми открылками 2 и без них 1); на нормальных ($m=1$:) откосах крыла (с боковыми открылками 4 и без них 3)

ности передвижения параллельно идущих бульдозеров на расстоянии менее 20—30 см в слабых и сыпучих песчаных грунтах. Такое расположение бульдозеров дает увеличение перемещаемого объема на 8—12% при дальности 25—30 м, но при увеличении дальности перемещения до 50—60 м прибавки объема грунта в конце перемещения почти не наблюдалось. Даже в первом случае, когда грунт перемещали по откосу канала с уклоном 14—16%, увеличение объема сократилось до 5—8%. Поэтому этот способ при разработке каналов в песчаных грунтах не нашел широкого применения.

3. При разработке песчаных грунтов драглайнами наполнение ковша происходит на длине пути, равной 3—3,5 длины днища ковша ($L_{д.к}$). Однако машинист экскаватора не может поднять ковш на транспортирование сразу после его заполнения грунтом, т. е. в этом случае происходит интенсивное высыпание песчаного грунта в забой через переднюю часть ковша, и коэффициент наполнения уменьшается до 0,35—0,5. Машинист вынужден подтаскивать ковш к наводке экскаватора. В результате фактическая длина пути движения ковша при заполнении получается равной по горизонтальной поверхности на 30—35, а по крутому откосу забоя на 55—120% больше от необходимого пути для заполнения.

Среднее значение необходимого пути для заполнения ковша можно определить по следующей формуле

$$L_{\text{фак}} = 4l_{\text{д.к}} + 6,5l_{\text{д.к.м}}, \quad (1)$$

где: $L_{\text{фак}}$ — фактическая длина пути заполнения ковша, в м
 $l_{\text{д.к}}$ — длина днища ковша.

Применяя новые методы работ и совершенствуя старые, передовые экскаваторщики строительства Каракумского канала (машинист экскаватора Э-1004 т. Гребнев А. и др.) достигают сокращения $L_{\text{фак}}$ до 40—60%, что в свою очередь позволяет сократить продолжительность цикла на 3—5 сек.

Проведенными исследованиями по разработке экскаватором Э-1004 песчаных грунтов под слоем воды глубиной $h=1,2—1,5$ м установлено, что продолжительность цикла увеличилась на 15—18%, а наполнение ковша (вследствие смывания грунта) уменьшилось на 40—50%, а иногда и больше по сравнению с работой экскаватора в песчаных грунтах с естественной влажностью.

При выполнении операции подъема и поворота груженого ковша драглайна должны обеспечиваться: плавный подъем его, рациональный угол наклона днища к горизонту, улучшенные конструкции, увеличение скорости и дальности транспортирования.

Оптимальный угол наклона ковша к горизонту в сторону

задней стенки, обеспечивший наибольший $K_{нап.} = 0,75-0,78$, в сухих песчаных грунтах, равнялся $28-35^\circ$, а в нормально-увлажненных песках — от 18 до 23° при коэффициенте наполнения ковша в последнем случае $K_{нап.} = 0,95-1,05$. Песчаные грунты лучше удерживаются в ковше увеличенной емкости с полукруглым режущим концом и несколько увеличивающимися по высоте от режущей кромки к задней стенке ковша.

Из многочисленных способов экскаваторных работ при разработке песчаных грунтов наибольшее распространение среди передовых экскаваторщиков на строительстве Каракумского канала получили следующие:

а) Продольный способ с переменным наклоном стрелы и с укладкой грунта на обе стороны. Применяется, когда рабочие параметры экскаватора достаточны для разработки полного сечения одними продольными проходками без промежуточных отвалов, т. е. ширина разрабатываемого канала по верху не превышает $12-15$ м.

б) Работа экскаватора по зигзагу. Применяется в том случае, когда рабочие параметры драглайна недостаточны для разработки полного сечения канала одними продольными проходками, без повторных перекидок грунта, т. е. когда ширина канала по верху составляет $23-25$ м.

в) Поперечно-круговой способ разработки канала экскаватором. Применяется тогда, когда верхняя часть канала до уровня грунтовых вод предварительно разрабатывается бульдозерами или скреперами, а доработка оставшихся объемов профильной выемки канала производится экскаватором, используя данный способ.

Во всех этих способах экскаваторных работ глубина разрабатываемой выемки канала вследствие постоянного естест-

Таблица 2

Способ разработки	Средний угол поворота стрелы, в град.	Затрата времени на полный цикл работы, в мин.	Средний коэф. наполнения ковша	Коэф. использования экскаватора в течение смены	Сменная эксплуатационная производительность, м ³ /смену
Продольный способ разработки с переменным наклоном стрелы	75	0,45	0,78	0,76	823
		0,50		0,74	
Работа экскаватора по зигзагу	90	0,17	0,78	0,75	491
		0,53		553	
Поперечно-круговым способом	125	0,50	0,78	896	762
		0,53		516	

венного заложения откоса забоя под естественным углом примерно одинаковы и составляют 4—6 м.

На основании хронометражных наблюдений при разработке каналов в песчаных грунтах различными способами нами установлены факторы, определяющие производительность экскаватора Э-1004, показатели которого приводятся в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что продолжительность цикла экскаватора с увеличенной емкостью до 1,8 м³ (знаменатель) несколько больше, чем у экскаватора со стандартным ковшом емкостью 1 м³ (числитель), так как в первом случае затраты времени на загрузку и поворот увеличивается. Однако коэффициент наполнения обоих ковшей примерно одинаков, хотя потери грунта из ковша увеличенной емкости несколько меньше. Это можно объяснить непропорциональным увеличением поверхности ковша к его объему.

4. Специфическими особенностями разработки каналов скреперами в сухих песчаных грунтах являются неудовлетворительное заполнение ковша, плохая проходимость, большие потери грунта.

Все эти отрицательные явления обусловлены исключительно отсутствием песчаных грунтов и неприспособленностью к данным условиям существующих конструкций скреперов.

Разработка канала скреперами в сложных рельефных условиях песчаных грунтов требует выполнения больших дополнительных объемов земляных работ по устройству въездов и съездов. Однако проведенные нами исследования в вышеуказанных условиях показали большую возможность увеличения производительности скреперов путем усовершенствования их конструкций и использования рациональных методов выполнения каждой операции и способов производства земляных работ.

Загрузку скрепера в песчаных грунтах лучше вести с заглаблением ножа вначале на 8—12 см с постепенным увеличением глубины резания на пути 10—12 м до 20 см. Дальнейшую разработку следует вести ступенчатым методом до конца пути загрузки.

При этом методе длина загрузки ковша составляет 48—50 м, средняя скорость движения—0,4 м/сек, затрата времени—2,04 мин. и объем грунта—2,3—2,5 м³ в песчаных грунтах в отличие от разработки суглинистых и глинистых грунтов, каждая последующая ступенька заглабления ножа остается примерно одинаковой с заглаблением предыдущей ступени. Такой метод загрузки ковша обеспечивает постепенную нагрузку на трактор, что устраняет возникновение динамических нагрузок, предотвращает резкое падение скорости движения в начале загрузки и поломку скрепера. Этот метод загрузки скрепера характеризуется постепенным увеличением

усилия срезаемой стружки грунта для преодоления постоянно возрастающего сопротивления грунта в ковше по мере увеличения его наполнения.

Наилучший уклон, обеспечивающий наибольшее наполнение ковша скрепера Д-222 при загрузке в сухом песке составляет 10—12°, а на нормально влажном песке—14—16°.

Объем грунта в ковше скрепера в первом случае составил 2,85—3,05 м³, длина пути—38—40 м, средняя скорость движения—0,42 м/сек, затрата времени—1,55 мин.; во втором случае величина этих элементов составила 4,2 м³, 34—32 м, 0,45 м/сек и 1,39 мин.

При разработке каналов в сухих песчаных грунтах применение толкача к скреперу Д-222 примерно в 1,5—1,65 раза увеличивает объем заполнения ковша грунтом и на 30—40% сокращает затраты времени на его заполнение, но все же в среднем наполнение ковша скрепера не превышает 60—70% от геометрической его емкости.

Лучшего наполнения ковша скрепера при загрузке можно достигнуть путем применения разработанного автором дополнительного приспособления, располагаемой впереди передней заслонки ковша скрепера (рис. 2). Это приспособление состоит из двух боковых отвалов, подобных тракторному плугу, жестко приваренных верхним концом к передней балке скрепера и нижним концом — к торцам средней секции ножа скрепера. Таким образом, две боковые секции ножа являются нерабочими. Для предотвращения обратного высыпания грунта во время загрузки ковша скрепера над нерабочей секцией ножа передняя заслонка несколько удлиняется по радиусу ее закругления.

Это приспособление предотвращает образование боковых валиков, обеспечивает резание грунта постоянно толстыми стружками по всей длине пути загрузки за счет уменьшения режущей части ножа с двух концов и увеличивает усилие срезаемой стружки грунта, обеспечивая постепенное суживание к входу ковша скрепера.

Существующие конструкции скреперов не обеспечивают достаточной герметичности ковша для транспортирования сухих несвязанных песчаных грунтов. Потери мелких тошкозернистых песчаных грунтов при дальности транспортирования 150—200 м составляют 40—60 и более процентов от объема грунта в ковше в начале транспортировки. Для уменьшения этих потерь необходимо обеспечить плотность закрытия прилегающей кромки до 3—5 мм надлежащим стыкованием нижней заслонки с боковыми стенками ковша в соответствии с предложением автора (см. рис. 2, узел А).

Важным условием при выполнении операции транспортирования грунта является увеличение скорости движения скре-

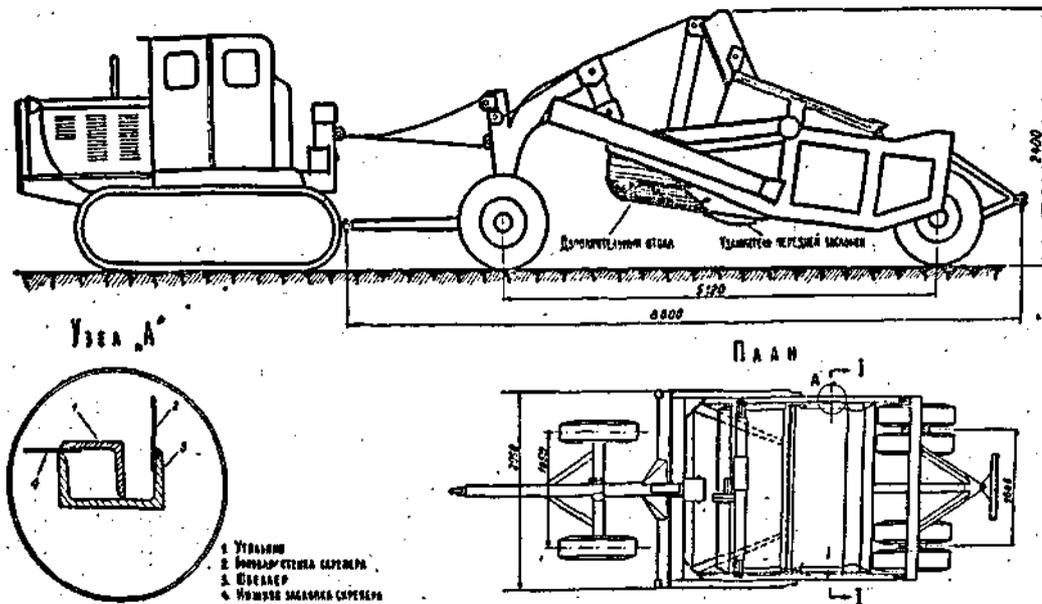


Рис. 2. Дополнительные устройства, улучшающие наполнение ковша и уменьшающие потерн при работе скрепера в сыпучих песчаных грунтах

пера, которое можно достигнуть в песчаных грунтах с использованием баллонов низкого давления, так как применяемые узкие баллоны, врезааясь в грунт, не обеспечивают достаточной силы сцепления с ним, в связи с чем уменьшается устойчивость скреперов во время движения.

Эта операция в песчаных грунтах производится на первой скорости передач (0,48—0,58 м/сек), на второй (0,68—0,70 м/сек) и на третьей скорости (0,84—0,88 м/) в зависимости от уклона пути и характера песчаного грунта.

Наиболее эффективная загрузка ковша скрепера в сухих песчаных грунтах обеспечивается на наименьшей длине пути. Затрата времени на эту операцию на скрепере Д-222 с трактором С-80 на участке 6—8 м с более толстыми слоями высотой порядка 30—40 см составляет около 14—16 сек.

Скреперы на холостом ходу в песчаных грунтах движутся на III передаче со скоростью 0,38—1,1 м/сек и на IV передаче со скоростью 1,12—1,31 м/сек.

Для наиболее эффективного использования скреперов важное значение имеет правильный выбор схемы их движения. Она зависит от размеров, формы сечения разрабатываемой выемки канала и возводимых приканальных дамб. Схема движения определяется характером песчаных грунтов, на которых работают скреперы, мощностью тягачей и конструкцией машин.

Наиболее приемлемыми для разработки больших иригационных каналов в песчаных грунтах и получившими наибольшее распространение на строительстве Каракумского канала являются схемы движения скрепера по «эллипсу» и «восьмерке».

Исследования, проведенные автором, при разработке каналов до глубины 1,5—2 м по поперечно-челночным схемам существующими конструкциями скреперов без передней заделки ковша дают хорошие результаты по сравнению со схемой движения скрепера по «эллипсу» и «восьмерке». В этом случае сокращается число поворотов, а следовательно, и продолжительность цикла на 36—38%, и на 30—40% увеличивается коэффициент заполнения ковша.

В случае применения дополнительного приспособления и соединения примыкающей кромки ковша скрепера в соответствии с рекомендациями автора становится целесообразным ведение земляных работ по «эллипсу» и «восьмерке», что дает увеличение производительности скреперов на 10—14% по сравнению с поперечно-челночным способом.

В табл. 3 приведена величина фактической сменной эксплуатационной производительности скрепера Д-222, определенная на основании исследований их работы по различным

схемам для характерных случаев строительства ирригационных каналов в песчаных грунтах.

Таблица 3

Схема движения скреперов	Длина пути одного цикла работы, м	Загарага премеги на один цикл, мин.	Объем грунта в ковше скрепера на месте отсыпки, м ³	Производительность скрепера, м ³ /мин.	Сменный коэф. использования скреперов	Сменная эксплуат. атац. произв. дит., м ³ /смену
Движение скрепера по «эллипсу»	252	6,87	1,80	0,262	0,82	30
		7,23	3,60	0,50		172
По «восьмерке»	255	6,50	1,86	0,296	0,82	38,5
		7,06	3,60	0,51		176
По поперечно-челночному способу без передней заслонки ковша скрепера	160	5,0	2,34	0,468	0,80	156

Примечание. Данные, приведенные в числителе, получены на существующих конструкциях; в знаменателе — при использовании предложенного автором дополнительного приспособления и схемы соеднения примыкающей кромки ковша скрепера.

Как видно из данных табл. 3, сменная эксплуатационная производительность существующих конструкций скреперов Д-222 при движении его по поперечно-челночным схемам без передней заслонки на 42,4% больше по сравнению с египетской схемой и на 37,2% больше по сравнению со схемой движения по «восьмерке». При использовании предложения автора первые два способа становятся более эффективными, так как при этом происходит увеличение производительности скреперов на 10—14%.

5. Для правильного планирования и использования землеройных машин при производстве земляных работ помимо сменной эксплуатационной производительности необходимо знать годовую выработку.

В силу влияния очень высокой температуры окружающего воздуха, большой его запыленности и связанного с этим быстрого износа машин годовой режим работы землеройных машин в пустынных условиях в песчаных грунтах на строительстве Каракумского канала несколько отличается от годовых режимов землеройных машин, работающих на других гидротехнических строительствах и в других типах грунтов.

Разработанный с учетом всех указанных выше особенностей годовой посменный режим использования землеройных

машина применительно к условиям строительства Каракумского канала рабочего времени составляет: для экскаваторов Э-1004—3104 календарных часа или 389 м-с с годовым коэффициентом использования $K=0,354$, а у бульдозеров Д-271 и скреперов Д-222—3674 календарных часа или 460 м-с и $K=0,42$.

Совет Министров Туркменской ССР своим постановлением от 23 октября 1959 года за № 417 установил следующие годовые нормы выработки землеройных машин, работающих на строительстве Каракумского канала:

1. Для одноковшовых экскаваторов с ковшом емкостью более $0,35 \text{ м}^3$ —186 тыс. м^3 на 1 м^3 емкости ковша.

2. Для бульдозеров—80 тыс. м^3 .

3. Для скреперов—7,3 тыс. м^3 на 1 м^3 емкости ковша.

Проведенный анализ годовых норм выработки указанных машин показывает наличие больших резервов их увеличения.

По подсчетам автора для выполнения плановых норм выработки для экскаватора Э-1004 в течение смены потребовалось 4,80 часов, за оставшиеся в резерве в течение каждой смены 23 минуты можно выполнить дополнительно сверх плана $38,4 \text{ м}^3$.

Используя этот резерв годовой нормы выработки экскаватора Э-1004 стандартным ковшом 1 м^3 , можно в песчаных грунтах увеличить с 180 000 до $200 724 \text{ м}^3$ в год. Если же использовать ковши увеличенной емкости (до $1,8 \text{ м}^3$), годовую норму выработки можно увеличить до $320 147 \text{ м}^3$ в год.

Для выполнения установленных директивных плановых норм выработки бульдозеров Д-271 на тракторе С-100 в течение смены потребовалось всего 2 часа 42 минуты, за счет использования резервного времени—2 часа 46 минут в каждой смене, годовые нормы выработки их можно увеличить от 80 до $162,8$ тыс. м^3 в год, т. е. более чем в 2 раза. В этом примере было принято перемещение грунта при дальности 50 м по откосу канала. В практике ирригационного строительства принятое расстояние является почти предельным. При этом большая часть объема грунта из профильной выемки перемещается по горизонтальной поверхности. Эти факты свидетельствуют о том, что указанные резервы являются нижним пределом увеличения годовых норм производительности бульдозеров.

Резервное время в течение смены для выполнения сверхплановых сменных норм выработки в случае применения дополнительного приспособления и соединения примыкающих кромок ковша скрепера в соответствии с рекомендациями автора и ведение скреперных работ по «эллипсу» и «восьмерке» при длине цикла 250—256 м составляет 2,20 часов.

Используя эти способы, можно увеличить годовые нормы выработки от $47 500$ до $79 500 \text{ м}^3$ в год.

Однако в практике строительства Каракумского канала наблюдались случаи невыполнения даже директивных норм выработки. Это можно объяснить только большим неплановым простоем машин и несовершенством технологии производства земляных работ.

Достаточно привести только такой пример. В 1959 г. из имевшихся всего в Марыйском СМУ 138 тракторов на капитальном ремонте находилось 46 штук, или 33% от всего парка. По нормам для ремонтов этих тракторов потребовалось затратить 882 машино-дней, а фактически затрачивалось 11 774 машино-дней, т. е. в 13 раз больше. Аналогичное положение наблюдалось с остальными землеройными машинами, общие простои машин на ремонте составили 21 775 машино-дней. В результате Марыйское СМУ потерпело убытки только за счет сверхплановых норм отчисления на амортизацию машин в сумме 59 694 тыс. руб., а, кроме того, неучастие их в производстве земляных работ лишило СМУ плановых накоплений. Такие большие простои этих машин наблюдались и по другим причинам: отсутствие запчастей, горюче-смазочных материалов, фронта работ и др.

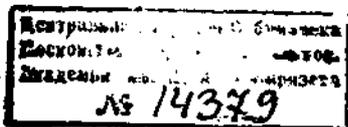
III. Некоторые вопросы экономики производства земляных работ в песчаных грунтах

В этой главе анализируются затраты по производству земляных работ различными землеройными машинами и сравниваются их основные технико-экономические показатели при разработке каналов в песчаных грунтах различными способами (схемами).

1. В условиях механизированного производства земляных работ затраты являются комплексными и находят свое более полное выражение в стоимости машиносмены.

Величины последних на строительстве Каракумского канала в тяжелых условиях пустыни, в песчаных грунтах, по сравнению с другими видами грунтов и условиями производства земляных работ, несколько отличаются. Фактическая стоимость машиносмены в условиях выполнения плановых норм выработки в песчаных грунтах применительно к условиям строительства Каракумского канала составила: экскаватор Э-1004—56,9 руб., бульдозер Д-271 на тракторе С-100—24,6 руб., и скрепер Д-222 с трактором С-80—22,3 руб.

Величина затрат на амортизацию и ремонт составляет для экскаватора 47,4, бульдозера,—37 и скрепера—32,8% от общей стоимости машиносмены. Эти затраты можно сократить увеличив коэффициент использования машин по времени и по норме выработки, так как отчисление на амортизацию про-



изводится независимо от того, работают землеройные машины или не работают.

Большое место в стоимости машинно-смены землеройных машин занимают затраты на средние, текущие и другие ремонты. Хорошее освоение механической части, овладение передовыми приемами управления и ремонта землеройных машин, применение более рациональных методов и способов производства земляных работ позволяет передовым механизаторам строительства Каракумского канала добиваться большого снижения этих затрат.

Самой крупной частью затрат является заработная плата механизаторов. Заработная плата увеличивается с ростом выработки, обеспечивая тем самым общее снижение стоимости производства земляных работ за счет уменьшения размеров постоянных и накладных расходов. Эти затраты можно сократить путем использования более мощных видов и типов землеройных машин, если позволят размеры и объемы строящегося канала.

Затраты на горючее можно несколько сократить за счет увеличения часов чистой работы и более эффективного использования землеройных машин в часы чистого рабочего времени (сокращение продолжительности циклов, более полное использование мощностей и конструктивных возможностей).

Большое значение в деле снижения стоимости производства земляных работ имеет перевыполнение плановых норм выработки. Об этом и правильности вышевыявленных резервов увеличения производительности землеройных машин свидетельствуют высокие нормы выработки, достигнутые передовыми механизаторами на строительстве II очереди Каракумского канала. Так, тт. Язмухаммедов и Волошин за август и сентябрь месяцы со своими напарниками вместо 14 тыс. м³ в месяц по норме фактически разработали на своем бульдозере Д-271 на тракторе С-100 в 3 раза больше. Тем самым каждый из них уменьшил величину постоянных расходов на 263 рубля в месяц. Кроме того, за счет уменьшения норм расхода горюче-смазочных и обтирочных материалов сэкономили по 151 рублю на каждого.

Достигнутая высокая производительность не является единичным случаем, перевыполнения установленных норм выработки имеют место по целому управлению треста «Туркменгидрострой». Например, средняя месячная норма выработки землеройных машин на строительстве II очереди канала за сентябрь 1960 г. по управлению гидромеханизации для имеющих 9 шт. экскаваторов составила 18,5 тыс. м³, для 57 шт. бульдозеров—15,4 тыс. м³ и 133 шт. бульдозеров по управлению «Каракумгидростроя»—15,1 тыс. м³. Такое высокое вы-

полнение месячных норм выработки является не случайным, а планомерным, подряд за несколько месяцев.

Используя имеющиеся резервы снижения стоимости производства земляных работ, тов. Бадалов М. Б., работая со своим напарником Егоровым Б. В. на экскаваторе Э-1004, хоз. № 25, за 1958 год выработал 197,8 тыс. м³; Бяшимов К. со своим напарником Нурмурадовым О. на Э-1004, хоз. № 29 выработал 196,65 тыс. м³. Бульдозерист тов. Чернишев Г. В., работая на бульдозере Д-271, хоз. № 86, со своим напарником Хрулевым Н. Т. выработал 192,85 тыс. м³; Иллнев Д. на бульдозере Д-271, хоз. № 103—189,786 тыс. м³. Скреперист Курдов И., работая на скрепере Д-222 со своим напарником Оразмурадовым, выработал 70,1 тыс. м³, Дурдыев Г. со своим напарником Байлиевым Ш.—68,555 тыс. м³.

Еще в деле снижения себестоимости производства земляных работ большую роль играет разработка канала в песчаных грунтах с помощью потока воды (гидравлическим смывом) и применение приканальных дамб утолщенного профиля. Это высвобождало большое количество тракторных тягачей, прицепных катков, цистерн и прицепов, что позволило исключить из состава стоимости земляных работ все расходы, связанные с разработкой и уплотнением песчаного грунта в теле дамб (стоимость машиносмены тракторов, прицепов, катков, цистерн и др.), что снижало общую стоимость производства земляных работ.

2. На основании вышеприведенных анализов технологии производства земляных работ мы установили рациональные в технико-организационном отношении параметры, критерии и условия применения отдельных методов и способов работ.

В результате технико-экономической оценки представляется возможным установить, что представляют из себя эти методы и способы производства земляных работ с точки зрения экономики.

Для выявления экономичных способов производства земляных работ для данной машины с учетом вышеустановленных для каждого способа условий работ необходимы следующие основные показатели: производительность машин (в м³/смену), себестоимость разработки 1 м³ грунта (в руб.), общие и удельные капитальные вложения (в руб.), трудоемкость разработки 1 м³ грунта (в чел.-час/м³).

В качестве дополнительных показателей используются расходы дизельного топлива на разработку 1 м³ грунта (в кг) и металлоемкость, отнесенная к 1 м³ грунта сменной выработки машин.

В имеющейся литературе большинство авторов предлагает делать сравнительный анализ на основании достигнутой производительности при различных способах разработки с

приведенном всех показателей к определенной дальности перемещения. Этот метод определения экономичности отдельных способов производства земляных работ, на первый взгляд, является правильным и наиболее приемлемым. Но в практике ирригационного строительства разные дальности транспортирования грунта при работе землеройных машин по различным способам являются функцией от параметров и характера расположения каналов. Поэтому здесь дальность перемещения грунта при работе по отдельным способам за пределами необходимой величины часто теряет свое определяющее значение.

В связи с этим лучше анализировать каждый способ в отдельности с учетом величин технико-экономических показателей и присущих каждому способу условий производства земляных работ.

Значение всех основных технико-экономических показателей по сравниваемым способам для каждого вида землеройных машин в отдельности приводится в табл. 4, 5 и 6.

Как видно из данных табл. 4, для обеих ковшей наилучшие технико-экономические показатели имеют продольный способ разработки экскаватора с переменным наклоном стрелы

Таблица 4

Основные технико-экономические показатели работы экскаватора — драглайна Э-1004 с ковшом емкостью — стандартной (числитель) и увеличенной до 1,8 м (знаменатель) при разработке каналов различными способами в песчаных грунтах

Способ разработки	Сменная эксплуатационная производительность, м ³ /смену	Себестоимость разработки 1 м ³ грунта, в руб.	Трудоёмкость разработки 1 м ³ грунта в чел.-час, м ³	Удельные капиталовложения, отнесенные на 1 м ³ грунта, в руб.	Приведенные удельные затраты, в руб.	Расход горючего на разработку 1 м ³ грунта с учетом поправочного коэф. К=12 кг	Металлоёмкость, отнесенная к 1 м ³ грунта сменной выработки, кг
С продольным перемещением экскаватора и с переменным наклоном стрелы	553	0,103	0,035	0,087	0,132	0,190	76,8
С перемещением экскаватора по зигзагу	896	0,091	0,022	0,051	0,082	0,117	47,4
	516	0,110	0,039	0,093	0,141	0,203	82,4
Поперечно-круговым способом	823	0,069	0,024	0,053	0,088	0,128	51,6
	491	0,116	0,040	0,098	0,148	0,214	85,5
	762	0,075	0,026	0,063	0,096	0,138	55,8

ды, на втором месте — разработка по зигзагу, затем — поперечно-круговой способ.

Когда учитываем технические параметры и критерии выполнения каждого способа, наилучшие технико-экономические показатели обеспечивает применение каждого способа установленных выше рациональных в организационно-техническом отношении условий. Так, когда ширина канала по верху составляет 20—25, а глубина его не превышает 4—6 м, хорошие результаты дает работа экскаватора по зигзагу. Примененные здесь I способа потребовало бы вести разработку с промежуточным отвалом при двух проходках, что увеличило бы стоимость разработки 1 м³ грунта более чем в 2 раза. Применение в этих случаях III способа увеличивает угол поворота стрелы, продолжительность цикла и себестоимость с 7—11 коп. до 7,5—11,6 коп.

Из приведенных в табл. 5 данных видно, что самым экономичным для бульдозерных работ способом при условии обеспечения вышеуказанных нормальных условий разработки больших каналов (по горизонтальным участкам и нормальным откосам) является работа бульдозеров с боковыми открылками по траншее; после этого — с отвалом, имеющим боковые открылки без траншей и дальше — обычным отвалом без траншей.

Насколько каждый предыдущий способ эффективнее последующего, видно из табл. 5.

Сравнительно экономичным способом разработки каналов в сухих песчаных грунтах существующими конструкциями скреперов, как видно из данных табл. 6, является поперечнорезной способ без передней заслонки ковша скрепера.

Однако разработку канала в поперечном направлении этим способом можно вести только до глубины 2 м. При увеличении глубины разработки канала до 4 м в связи с увеличением уклона откоса частой пробуксовки и даже невозможности ведения работ этим способом становится более целесообразным разрабатывать по «восьмерке» и «эллипсу».

При использовании предлагаемого автором дополнительного приспособления (отвала), увеличивающего наполнение, и схемы соединения примыкающих кромок ковша, уменьшающих потери грунта по всей глубине разрабатываемого канала, достигаются лучшие технико-экономические показатели, так как выработка скрепера при этих способах возрастает за счет увеличения их производительности в каждом цикле и уменьшения общих объемов грунта, разрабатываемого с 1 пог. м длины канала.

Уменьшение общих объемов грунта с 1 пог. м достигается разработкой скреперами поперечного сечения канала с круты-

Основные технико-экономические показатели работы бульдозера Д-271
на тракторе С-100 при разработке каналов в песчаных грунтах
различными способами

Способ разработки	Дальность перемещения грунта, м	Сменная эксплуата- цион. произ- водительн. м ³ /смена при расстоян.		Себесто- мость разра- ботки 1 м ³ грунта, в руб., при расстоянии перемеще- ния		Трудоем- кость разра- ботки 1 м ³ грунта, з чел.-час/м ³ при рассто- янии переме- щения		Удельные капитало- вложения, в руб., при расстоянии перемеще- ния		Приведен- ные удель- ные затраты в руб., при расстоянии перемеще- ния		Расход горю- чего на 1 м ³ грунта, кг, при рассто- янии переме- щения		Металло- емкость, кг при рассто- янии переме- щения	
		дан- ном	сред- нем	дан- ном	сред- нем	дан- ном	сред- нем	дан- ном	сред- нем	дан- ном	сред- нем	дан- ном	сред- нем	дан- ном	сред- нем
		Перемещение грун- та обычным от- валом без тран- шей по горизон- тальным участ- кам	15	1205		0,020		0,007		0,038		0,023		0,07	
25	812			0,030		0,011		0,012		0,034		0,10		16,4	
35	535		733	0,014	0,033	0,016	0,012	0,017	0,013	0,050	3,037	0,15	0,12	23,6	18,1
50	371			0,066		0,024		0,026		0,073		0,23		35,9	
Перемещение грун- та отвалом, имеющим боко- вые открылки по горизонтальным участкам без траншей	15	1272		0,019		0,007		0,008		0,022		0,07		10,5	
	25	860		0,029		0,010		0,011		0,033		0,10		15,5	
	35	603	783	0,011	0,031	0,015	0,011	0,016	0,012	0,045	0,035	0,14	0,11	22,0	17
	50	394		0,063		0,022		0,025		0,070		0,22		34,0	
Перемещение грун- та обычным от- валом без тран- шей по откосу канала 1:6	15	943		0,029		0,009		0,010		0,022		0,09		14,1	
	25	620		0,010		0,014		0,016		0,045		0,14		21,5	
	35	433	574	0,057	0,043	0,020	0,015	0,023	0,017	0,065	0,049	0,20	0,15	20,8	23,3
	50	297		0,083		0,030		0,033		0,093		0,29		45,0	

Перемещение грунта отвалом, имеющим боковые откосы канала 1:6 без траншей	15	1050		0,023		0,008		0,009		0,026		0,09		12,7	
	25	698	612	0,035	0,040	0,013	0,014	0,014	0,016	0,040	0,015	0,12	0,14	19,2	21,8
	35	480		0,051		0,018		0,020		0,053		0,18		27,9	
	50	318		0,077		0,028		0,031		0,037		0,27		42,0	
Перемещение грунта траншейным способом обычным отвалом по горизонтальным участкам	15	1395		0,019		0,007		0,007		0,021		0,07		10,2	
	25	900	813	0,027	0,030	0,010	0,011	0,011	0,012	0,031	0,034	0,09	0,10	14,8	16,4
	35	640		0,039		0,014		0,015		0,044		0,13		20,8	
	50	403		0,060		0,022		0,024		0,038		0,21		32,7	
Перемещение грунта отвалом, имеющим боковые откосы с траншеями по горизонтальным участкам	15	1455		0,017		0,003		0,007		0,019		0,06		9,18	
	25	985	902	0,025	0,027	0,009	0,010	0,010	0,011	0,028	0,031	0,10	0,09	13,6	14,8
	35	720		0,034		0,012		0,014		0,039		0,12		18,5	
	50	446		0,055		0,020		0,022		0,062		0,19		30,0	
Перемещение грунта обычным отвалом по откосу канала 1:6 с траншеями	15	1108		0,022		0,008		0,009		0,025		0,08		12	
	25	745	677	0,033	0,035	0,012	0,013	0,013	0,014	0,037	0,041	0,11	0,13	17,9	19,7
	35	520		0,047		0,017		0,019		0,052		0,16		25,6	
	50	333		0,074		0,026		0,030		0,084		0,20		40,0	
Перемещение грунта отвалом, имеющим откосы, по откосу канала 1:6 с траншеями	15	1165		0,021		0,008		0,008		0,024		0,07		11,4	
	25	770	712	0,032	0,035	0,011	0,012	0,013	0,014	0,036	0,040	0,11	0,12	17,3	18,7
	35	546		0,045		0,016		0,018		0,055		0,15		21,2	
	50	352		0,068		0,024		0,027		0,077		0,24		36,9	

ми откосами с заложением 1 : 2,5—1 : 2,75, удовлетворяющим гидравлическим режимам работы канала.

Таблица 6

Основные технико-экономические показатели работы скрепера Д-222 с трактором С-80 при разработке каналов различными схемами в песчаных грунтах

Схемы движения скрепера	Сменная эксплуатационная производительность, м ³ /смену	Себестоимость разработки 1 м ³ грунта, в руб.	Трудоемкость разработки 1 м ³ грунта, в чел.-час/м ³	Удельные капитальные вложения, отнесенные на 1 м ³ грунта, в руб.	Приведенные удельные затраты, в руб.	Расход горючего на разработку 1 м ³ грунта с учетом поправок, л, К=1,12 кг	Металлоемкость, отнесенная к 1 м ³ грунта сменной выработки, кг
По «эллипсу»	60	0,25	1,101	0,153	0,391	0,945	204
	172 98,5	0,13 0,23	0,053 0,092	0,030 0,140	0,156 1,275	0,494 0,963	108 186
По «восьмерке»	176	0,12	0,052	0,078	0,146	0,483	105
По поперечно-челночному способу (без передней заслонки ковша скрепера)	156	0,14	0,058	0,088	0,169	0,545	118

Примечание. Данные, приведенные в числителе, получены на существующих конструкциях, а в знаменателе — при использовании предложенного нами дополнительного приспособления и схемы соединения примыкающей кромки ковша скрепера.

Отсутствие в технической литературе данных, определяющих экономичность и техническую возможность применения отдельных способов производства земляных работ при разработке ирригационных каналов, часто приводит к использованию нерациональных способов, что увеличивает себестоимость разработки 1 м³ грунта и ухудшает другие технико-экономические показатели.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Климатические, грунтовые, рельефные и другие условия оказывают влияние на характер расположения, формы и параметры сечения канала, объем земляных работ, виды, типы и режимы использования землеройных машин, определяют характерные условия и экономичность применения отдельных методов и способов производства земляных работ.

2. Предлагаемая нами методика определения трудности разработки (категории) грунтов на основе анализа физико-механического свойства песчаных грунтов, условий, технологии и организации производства земляных работ различными землеройными машинами более полно охватывает влияние всех действующих факторов и удовлетворяет основные требования технического нормирования труда механизаторов.

3. Учитывая отсутствие универсальной землеройной машины, а также методов и способов производства земляных работ, удовлетворяющих всем требованиям, предъявляемым к комплексной механизации, применение каждого вида и типа существующих машин, а следовательно, и отдельных методов и способов их работы целесообразно использовать в тех условиях и при тех сечениях канала, где они могут дать наилучшие технико-экономические показатели, т. е.:

а) Бульдозеры при разработке канала шириной по дну не менее 4—5 м с нормальным заложением откосов 1:5—1:6 на любых глубинах в сухих и нормально влажных грунтах. При ломаных (перемешных) по глубине и крутых откосах каналов с $m=1:2$ и $1:3$ (как это было запроектировано при строительстве I очереди Каракумского канала) наблюдается пробуксовка трактора, уменьшается производительность и ухудшаются условия работы бульдозеров. При уменьшении заложения откосов против нормального увеличивается профильный объем грунта, приходящийся на 1 пог. м длины канала.

При ведении работ бульдозеров вышеустановленными экономичными методами выполнения каждой операции и траншейным способом с одновременным использованием боковых откосок на отвале с учетом неизбежных перерывов и плановых простоев машин, характерных для данных условий работ, годовые нормы выработки бульдозеров Д-271 на тракторе С-100 можно увеличить с 80 000 до 162 840 м³. Сменный коэффициент их использования по времени применительно для суровых условий пустыни Кара-Кум можно довести в песчаных грунтах до 0,78.

б) Экскаваторы с ковшом драглайна, если на трассе канала уровень грунтовых вод залегает близко, ширина канала по верху не превышает 23—25, глубина выемки—4—6 м и когда среди песчаных грунтов встречаются разные по толщине глинистые, суглинистые и другие труднорабатываемые прослойки, а транспортировка грунта производится непосредственно в насыпь приканальных дамб без повторных перекопок.

В песчаных грунтах следует использовать ковш увеличенной емкости до 1,8 м³, что повышает производительность на 55—62% и снижает себестоимость 1 м³ грунта на 35—38% и

улучшает другие технико-экономические показатели по сравнению со стандартным ковшом. Их желательно изготовить несколько увеличивающимися по высоте от режущей кромки к задней стенке ковша.

При разработке ирригационных каналов в песчаных грунтах наибольшее распространение получил продольный способ с переменным наклоном стрелы по зигзагам и поперечно-круговой способ. Использование каждого в отдельности способа в установленных нами выше условиях дает наибольший эффект.

При правильной организации работ экскаваторов годовой коэффициент их использования по времени применительно к пустынным условиям песчаных грунтов Кара-Кумов можно довести до 0,354, среднесменный коэффициент при работе по I способу—0,76, по II—до 0,74, а по III способу—до 0,75—0,76; годовую директивную норму выработки можно увеличить для стандартного (однокубового) ковша от 186 000 до 200 724 м³, а для увеличенного ковша экскаватора емкостью 1,8 м³—до 320 147 м³.

в) Скреперы при разработке широких и неглубоких каналов (не более 4,0—4,5 м) в нормальных по влажности (14—16%) песчаных грунтах, в особенности когда грунт для насыпи приканальных дам необходимо подвозить с больших расстояний.

На существующих конструкциях скреперов Д-222 потеря сухих песчаных грунтов при дальности транспортирования 150—200 м составила 40—60 и более процентов от объема грунта в ковше в начале транспортирования. В этом случае сравнительно экономичным способом для разработки верхней части канала на глубине 1,5—2,0 м, где размещается основной объем грунта, является ведение работы скрепера поперечно-челночным способом без передней заслонки ковша. Этот способ на 35—40% сокращает длину пути, на 24—28% увеличивает объем наполнения ковша вместо объема перемещаемого грунта в призме волочения по сравнению со схемами по «эллипсу» и «восьмерке». В результате производительность скреперов на 30—35% больше.

При использовании на скрепере предложенного автором дополнительного приспособления и схемы соединения примыкающей кромки нижней заслонки с боковыми стенками ковша скрепера наилучшим способом является движение скрепера по «эллипсу» и «восьмерке». В этом случае, несмотря на небольшое увеличение затрат времени на транспортирование грунта (до 5—8%) вследствие увеличения наполнения ковша и за счет уменьшения потерь, производительность возрастает на 12% по сравнению с самым экономичным поперечно-чел-

ночным способом без передней заслонки ковша для существующих конструкций скреперов.

4. Серьезного внимания заслуживает опыт строителей Каракумского канала по применению взамен дамб, сооружаемых с поливкой и уплотнением, приканальных дамб, насыпаемых сухим способом, профиль которых в 1,5—2,0 раза больше (4). Этот способ исключает из технологии производства земляных работ такие работы, как послойная отсыпка, поливка и укатка грунта в насыпи толщиной 15—20 см, подвозка воды с больших расстояний и другие осложняющие технологию и организацию производства работы.

5. Применение способа гидросмыва (1) для разработки полного профиля канала в песчаных грунтах дает возможность освободить большое количество землеройных машин, которые можно использовать на других работах. Применение этого способа на строительстве Каракумского канала дало возможность сократить срок строительства канала с одновременным снижением себестоимости 1 м³ грунта до 2 коп. против 50 коп. по смете.

Автором по диссертации опубликованы следующие работы:

1. Строительство Каракумского канала в песчаных грунтах с использованием потока воды. «Гидротехника и мелiorация», № 2, 1961.

2. Разработка песчаных грунтов на строительстве Каракумского канала. «Механизация строительства», № 11, 1962.

3. Эффективные способы разработки каналов в песчаных грунтах. «Механизация строительства» № 9, 1963.

4. Экономичность применения приканальных дамб утолщенного профиля в песчаных грунтах. Труды ВНИИГиМ, том. 44 (в печати).

