

1968

1

Инж. С. Н. КОЛЕЧИЦКИЙ

625.1

к-60

**МЕХАНИЗАЦИЯ ПОСТРОЙКИ
ЛЕСОВОЗНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**

63
ag 29412
(9)

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва 1938

630

К 60

„Думать, что можно обойтись без механизации при наших темпах работы и масштабах производства, — значит надеяться на то, что можно вычерпать море ложкой“.

(И. Сталин, Вопросы Ленинизма. Новая обстановка — новые задачи хозяйственного строительства, Партиздат, 1957, стр. 463—464).

ГЛАВА I

ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

1. Классификация лесовозных путей

При разработке лесного массива огромную роль в производственном процессе играет магистральный транспорт, т. е. транспорт древесины из глубины массива.

Лесозаготовки дореволюционной России располагали самой примитивной и чрезвычайно отсталой техникой. Работа в лесу велась только зимой, опираясь на избыточную и дешевую рабочую силу. Никакого другого вида вывозки древесины из лесу, кроме конной, дореволюционная лесозаготовительная практика не знала. Преобладающим видом транспорта на более далекие расстояния являлись сплавные реки. Их грузоподъемность и определяла размер лесозаготовок в каждом данном лесозаготовительном районе.

За годы сталинских пятилеток лесозаготовки из кустарной и полукустарной отрасли стали отраслью крупной социалистической индустрии, оснащенной современной техникой, позволяющей вести лесозаготовки в течение целого года. Масштаб лесоразработок определяется прежде всего плановой потребностью социалистического строительства в древесине. Этими потребностями обуславливаются размеры эксплуатации сырьевых ресурсов массива.

Социалистическая, плановая сущность советских лесоразработок предъявляет к транспортным магистральным лесовозным путям следующие основные условия:

- 1) магистральный лесовозный путь должен действовать круглый год;
- 2) мощность магистрального лесовозного пути должна быть достаточной для перевозки в течение года всей годовой продукции разрабатываемого массива. Иначе говоря, пропускная способность магистрального пути должна соответствовать годовой программе лесозаготовок.

Наиболее эффективным из современных видов лесовозного транспорта круглогодичного пользования является железная дорога. Для массивов с годовой программой в 250—800 тыс. м³ применяют железную дорогу узкой колеи (750 мм), а для массивов с годовой программой от 800 тыс. до 3 000 тыс. м³ — нормальной колеи (1 524 мм).

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

Деп.

26.09.66.08

Одна из главных особенностей лесовозного транспорта заключается в том, что при вывозке древесины из массива железную дорогу приходится сооружать в виде сети путей, охватывающей всю площадь лесного массива, подлежащую эксплуатации. Значительная часть лесовозных железнодорожных путей укладывается на сравнительно небольшой срок, необходимый для вывозки всего запаса древесины, прилегающей к этим путям. Когда лес вывезен, путь разбирают и переносят на новое место.

Отдельные железнодорожные пути, составляющие лесовозную сеть, разделяются на три группы. К первой относятся магистральные лесовозные пути, действующие в течение всего срока эксплуатации массива (10 и более лет), ко второй — ответвления, рассчитанные на 2—3 года, и к третьей — усы со сроком эксплуатации до одного года.

Назначение усов — приблизить железнодорожный путь к местам заготовки древесины и тем самым сократить расстояние трелевки, т. е. подтаски или подвозки заготовленных хлыстов и бревен от пня к пункту погрузки бревен на подвижной состав.

2. Определение наивыгоднейшего расстояния трелевки

Нахождение наивыгоднейшего расстояния трелевки играет большую роль в ускорении и удешевлении лесотранспорта, а следовательно, и в конечной стоимости древесины. Задача состоит в том, чтобы сумма расходов, падающих на трелевку 1 м³ заготовленной древесины, и соответствующее погашение (амортизация) стоимости уса были наименьшими.

В стоимость трелевки входят: а) содержание трелевочных агрегатов; б) оплата труда рабочих, обслуживающих эти агрегаты; в) расходы, связанные с устройством и эксплуатацией уса; г) погашение затрат по постройке уса и его разборке после окончания вывозки; д) погашение затрат по оборудованию первичного склада у уса.

Определим сначала расходы по трелевке. Процесс трелевки заключается в перемещении лесного груза механическими или живыми двигателями.

Стоимость содержания двигателя в час обозначим через M , кубатуру перемещаемого груза через Q м³ и расстояние трелевки через L м.

Фактическое среднее расстояние трелевки может изменяться от величины $0,5 L$ (точка A) до величины $L \sqrt{2}$ (точка B), а в среднем составляет $\frac{L \sqrt{2}}{2} + 0,25 L = 0,95 L$ (точка C) (рис. 1).

Этот вывод сделан т. Сыромятниковым.

На практике возможно некоторое удлинение волоков. Если, кроме того, ввести коэффициент развития линии 1,05, то среднее производственное расстояние трелевки можно считать равным $0,95 L \times 1,05 \cong L$ м.

При трелевке производятся следующие операции: а) погрузка или подцепка груза к двигателю и отцепка на месте выгрузки, на что затрачивается x секунд; б) подвозка груза на среднее

расстояние L и возвращение к месту подцепки нового груза. Эти операции производятся со средней скоростью движения v м/сек. Тогда на подцепку и отцепку груза и перемещение с грузом и обратно будет затрачено

$$t = x + \frac{L}{v} + \frac{L}{v} = x + \frac{2L}{v} \text{ сек.}$$

Операция по подцепке груза, его доставке к месту погрузки, отцепке и возвращению двигателя к месту захвата нового груза составит в целом рейс или цикл.

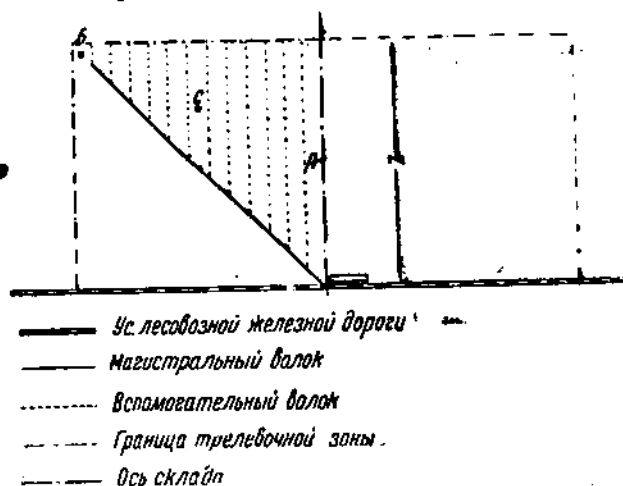


Рис. 1. Схема склада в лесу и примыкающей к складу лесосеки

Число рейсов двигателя в час работы будет:

$$n = \frac{3600}{x + \frac{2L}{v}} \quad (1)$$

При каждом рейсе двигатель доставляет к транспортному пути Q м³ древесины; следовательно, производительность трелевочного двигателя в течение часа составит:

$$\alpha = \frac{3600}{x + \frac{2L}{v}} \cdot Q \text{ м}^3. \quad (2)$$

Зная стоимость содержания двигателя в течение часа (M) и производительность того же двигателя за тот же период, можно определить стоимость трелевки 1 м³ древесины:

$$S_{тр} = \frac{M}{\frac{3600 Q}{x + \frac{2L}{v}}} = \frac{M \left(x + \frac{2L}{v} \right)}{3600 Q} = \frac{Mx + 2M \frac{L}{v}}{3600} \text{ руб.}$$

Далее определим расходы по погашению стоимости постройки и разборки уса, падающие на 1 м^3 заготавливаемой древесины. Рассматривая территорию трелевки, прилегающей к 1 км уса, видим, что при наибольшем расстоянии трелевки $L \text{ м}$ площадь, тяготеющая с обеих сторон к 1 км (1000 м) уса, составит:

$$\omega = \frac{2 \times 1000 \times L}{10000} = \frac{L}{5} \text{ га.}$$

Предполагая, что на 1 га эксплуатируемой лесосеки имеется средний запас товарной древесины $R \text{ м}^3$, получим, что на рассматриваемой нами площади имеется всего товарной массы:

$$\omega R = \frac{LR}{5} \text{ м}^3.$$

Отвозка древесины с площади, тяготеющей к данному усу, связана с расходами, которые также ложатся на стоимость продукции, но являются невозвратимыми. К таким расходам относятся стоимость устройства полотна и мостиков, укладка и разборка путей, часть амортизации рельсов, креплений и стрелок. Величину этих расходов на 1 км уса обозначим $I \text{ руб.}$ Величина расхода, относящегося к 1 м^3 заготавливаемой древесины, составит:

$$S_y = \frac{I}{\frac{LR}{5}} = \frac{5I}{LR} \text{ руб.}$$

Остается определить расходы по погашению затрат на установку и разборку оборудования на первичных складах.

Теоретически первичные склады на усах должны располагаться на расстоянии, равном $2L$. Для упрощения дальнейших расчетов примем расстояние между складами равным $1,5 \text{ км}$.

Тогда площадь лесосеки, тяготеющая к одному первичному складу древесины с обеих сторон, будет равна:

$$\frac{2L \cdot 1500}{10000} = \frac{3L}{10} \text{ га.}$$

На этой площади, аналогично предыдущему, имеется запас древесины

$$\frac{3LR}{10} \text{ м}^3.$$

Обозначая величину невозвратимых потерь на складское оборудование через $K \text{ руб.}$, получим следующий расход от этих невозвратимых потерь на 1 м^3 вывозимой древесины:

$$S_{ск} = \frac{K}{\frac{3LR}{10}} = \frac{10K}{3LR} \text{ руб.}$$

Зная величины всех трех элементов — $S_{тр}$, S_y и $S_{ск}$, можем определить полную стоимость расходов по чистой трелевке, по-

гашению стоимости уса и расходов по оборудованию первичного склада:

$$S = S_{\text{тр}} + S_y + S_{\text{ск}} = \frac{Mx + 2M \frac{L}{v}}{3600 Q} + \frac{5 I}{LR} + \frac{10K}{3LR} =$$

$$= \frac{Mx + 2M \frac{L}{v}}{3600} + \frac{5 I + 3,3 K}{LR} = \frac{Mx + 2M \frac{L}{v}}{3600 Q} + \frac{5 (I + 0,66 K)}{LR}.$$

В оба члена этого выражения входит искомая величина расстояния трелевки L , которую следует считать переменной. Все же остальные величины, в том числе и величина x (время в секундах, потребное на отцепку и прицепку груза), постоянные.

Для удобства преобразуем выражение стоимости, выделив постоянную величину x :

$$S = \frac{Mx}{3600 Q} + \frac{2ML}{3600 Qv} + \frac{5 (I + 0,66 K)}{LR}.$$

Чтобы отыскать величину расстояния трелевки, при котором сумма всех расходов будет минимальной, пользуемся законом дифференциального исчисления. По этому закону вторая производная от интересующей нас величины должна быть величиной положительной. Соблюдая это условие и приравнявая первую производную к нулю, можно определить истинное значение величины L .

Определяя первую производную, получим:

$$S' = \frac{2M}{3600 Qv} - \frac{5 (I + 0,66 K)}{L^2 R}.$$

Определяем вторую производную:

$$S'' = + \frac{2 \times 5 (I + 0,66 K)}{L^3 R} = \frac{10 (I + 0,66 K)}{L^3 R}.$$

Вторая производная имеет знак (+); это значит, что искомое значение является минимальным. Далее приравняем первую производную к нулю:

$$\frac{2M}{3600 Qv} - \frac{5 (I + 0,66 K)}{L^2 R} = 0.$$

Решая это уравнение относительно L , получим:

$$\frac{2M}{3600 Qv} = \frac{5 (I + 0,66 K)}{L^2 R},$$

откуда

$$\frac{L^2}{3600} = \frac{5 (I + 0,66 K)}{2 MR}$$

или

$$L = \sqrt{\frac{3600 \times 5 (I + 0,66 K) Qv}{2MR}} = \sqrt{\frac{9000 (I + 0,66 K) Qv}{MR}} = \\ = 100 \sqrt{\frac{0,9 (I + 0,66 K) Qv}{MR}}. \quad (3)$$

В рассмотренном случае для расчета выбраны те основные величины, которые даются обычно во всяком задании, и допущены некоторые упрощения (расстояние между складами). Это дало возможность избежать кубических уравнений и получить сравнительно более простое выражение.

Поясним пользование выведенной формулой практическими примерами.

Пример 1. Определить наивыгоднейшее расстояние между усами в массиве, осваиваемом железной дорогой нормальной колеи, при следующих данных: запас древесины на 1 га $R = 180 \text{ м}^3$; трелевка производится арочными прицепами с единовременной нагрузкой $Q = 10 \text{ м}^3$; средняя скорость за рейс $v = 1,06 \text{ м/сек.}$; стоимость содержания трактора с аркой в день 150 руб., а в час (эффективный) $M = \frac{150}{6,4} = 24 \text{ руб.}$; стоимость невозвратных

потерь на оборудование и демонтаж первичного склада $K = 20\,000 \text{ руб.}$ Стоимость постройки и разборки 1 км уса $I = 25\,000 \text{ руб.}$

Определяем наивыгоднейшее расстояние трелевки для этого массива:

$$L = \sqrt{100 \frac{0,9 (I + 0,66 K) Qv}{MR}} = \\ = 100 \sqrt{\frac{0,9 (25\,000 + 0,66 \times 20\,000) 10 \times 1,06}{24 \times 180}} = \\ = 100 \sqrt{\frac{364\,000}{3\,960}} = 100 \sqrt{92} = 100 \times 9,6 = 960 \text{ м.}$$

Отсюда среднее экономически целесообразное расстояние между усами $2L$ составит 1900—2000 м (при точном подсчете методом т. Сыромятникова $L = 920 \text{ м}$, т. е. погрешность, являющаяся результатом упрощения, составляет всего 4%, что для практических целей не имеет никакого значения).

Пример 2. Требуется определить, сколько километров путей нормальной колеи необходимо построить в массиве, из которого в год вывозится 1 800 000 м^3 .

Если средний запас на 1 га $R = 150 \text{ м}^3$, то при трелевке арками $Q = 10 \text{ м}^3$, $v = 1,06 \text{ м/сек.}$, $M = 24 \text{ руб.}$; стоимость постройки уса $I = 20\,000 \text{ руб.}$, стоимость невозвратных потерь по оборудованию и демонтажу первичного склада $K = 25\,000 \text{ руб.}$

Наивыгоднейшее расстояние трелевки

$$L = 100 \sqrt{\frac{0,9 (I + 0,66 K) Qv}{MR}} =$$

$$= 100 \sqrt{\frac{0,9 (20\,000 + 0,66 \times 25\,000) 10 \times 1,06}{24 \times 150}} = 100 \sqrt{\frac{349\,000}{3\,600}} =$$

$$= 100 \sqrt{97} = 100 \times 9,85 = 985 \text{ м.}$$

Отсюда расстояние между усами $2L \approx 2\,000 \text{ м.}$

К 1 км уса тяготеет площадь лесосеки

$$\omega = \frac{2\,000 \times 1\,000}{10\,000} = 200 \text{ га.}$$

На этой площади имеется запас товарной продукции, равный $200 \times 150 = 30\,000 \text{ м}^3$.

Следовательно, для выполнения годовой программы вывозки $1\,800\,000 \text{ м}^3$ необходимо построить $1\,800\,000 : 30\,000 = 60 \text{ км}$ железнодорожных путей.

Выведенная формула определения наивыгоднейшего расстояния трелевки применима при условии, если в лесосеке у линии лесовозной дороги организованы верхние или первичные склады, где производят раскряжовку хлыстов, сортировку полученных бревен, разделку на мелкие сортименты, штабелевку по сортам и погрузку на подвижной состав железной дороги.

При освоении лесных массивов узкой колеей все операции по сортировке и разделке древесины, безусловно, экономичнее производить на конечном складе, а поэтому на верхних складах следует ограничиться только раскряжовкой хлыстов на бревна и погрузкой их на составы лесовозной дороги. Для погрузки целесообразно применить полноповоротный кран на гусеничном ходу. При таком улучшении технологического процесса в лесу верхних складов фактически не потребуются, фронт погрузки древесины увеличится, и сократится расстояние трелевки.

В результате отпадут расходы по устройству первичных складов, сократится расчетное расстояние трелевки в среднем до $0,6L$, уменьшится продолжительность рейса:

$$t = x + \frac{0,6L}{v} + \frac{0,6L}{v} = x + \frac{1,2L}{v} \text{ сек.}$$

и увеличится число рейсов в час:

$$n = \frac{3\,600}{x + \frac{1,2L}{v}}$$

Расходы по трелевке составят:

$$S_{тр} = \frac{M}{\frac{3\,600 Q}{x + \frac{1,2L}{v}}} = \frac{M (x + \frac{1,2L}{v})}{3\,600 Q} = \frac{Mx + 1,2L}{3\,600} \text{ руб.}$$



ша 7307

Расходы по погашению стоимости уса остаются без изменения, а расходы по погашению затрат на оборудование первичных складов отпадают.

Полная стоимость трелевки будет равна:

$$S = S_{tr} + S_y = \frac{Mx + 1,2M \frac{L}{v}}{3600 Q} + \frac{5I}{LR} = \frac{Mx}{3600Q} + \frac{1,2L}{3600 Qv} + \frac{5I}{LR} = \frac{1,2ML}{3600} + \frac{5I}{L^2 R},$$

откуда

$$L = \sqrt{\frac{3600 \times 5IQv}{1,2MR}} = \sqrt{\frac{15000 IQv}{MR}} = 100 \sqrt{\frac{1,5 IQv}{MR}}. \quad (3')$$

Если определить расстояние трелевки по этому уравнению, то оно окажется значительно короче.

От упрощения технологического процесса расстояние трелевки сократилось, что не может не повлиять на удешевление ее стоимости.

3. Методы проектирования и постройки лесовозных путей различной значимости

Магистральные железнодорожные пути, эксплуатируемые в течение длительного срока, являются главными артериями, которые собирают древесину с усов и ответвлений и пропускают ее к выходу из массива. Понятно, что эти пути имеют максимальную грузонапряженность. Поэтому при изысканиях этих путей следует придерживаться кратчайших расстояний пробега, не допуская, однако, очень крупных работ по сооружению полотна.

В равнинной местности максимально возможный объем земляных работ на 1 км пути для магистральных дорог колеи 750 мм должен быть не более 15 тыс. м³ и для лесовозных дорог нормальной колеи — 20 тыс. м³. Мосты и другие сооружения на магистральных путях должны быть рассчитаны на длительную эксплуатацию.

Магистральные пути имеют предельную грузонапряженность, поэтому на них желательно применять: а) наименьшие подъемы в грузовом направлении, б) наибольший шаг проектировки, в) пологие радиусы, г) полную балластировку пути, д) рельсы тяжелого типа, е) локомотивы с наибольшим тяговым усилием.

Ответвления, рассчитанные на эксплуатацию в течение 2—3 лет, естественно, должны сооружаться более облегченными.

Допустимый объем земляных работ для ответвлений колеи 750 мм должен быть не более 5 тыс. м³ и для нормальной колеи — 10 тыс. м³.

Если на ответвлениях применяется тот же локомотив, который обслуживает и магистраль, то подъемы в грузовом направлении

могут быть значительно больше, чем на магистрали, так как грузонапряженность ответвления будет ниже, чем магистрали.

Шаг проектировки на ответвлениях может быть более дробный, чем на магистрали, а радиус закруглений—минимальный.

Искусственные сооружения должны быть самого дешевого типа. Наиболее предпочтительны деревянные мостики, клетки и т. п.

Балластировку следует применять только в грунтах непесчаных и слоем не более 25 см.

Рельсы могут быть применены минимального веса (желательно старогонные).

Усы, сооружаемые на срок менее одного года, должны строиться с минимальными затратами. Усы, которые по годовому плану эксплуатации понадобятся только в зимние месяцы, нужно прокладывать на снежном основании и с самыми примитивными искусственными сооружениями. При сооружении усов, действующих в летние месяцы, объем земляных работ должен быть наименьшим. Для этого усы нужно трассировать, возможно более применяясь к конфигурации местности и только в крайних случаях допуская небольшую планировку под укладку. Объем планировочных работ может составлять на дорогах колеи 750 мм не более 1 000 м³, на дорогах нормальной колеи при ширине полотна 4,6 м—не более 2 500 м³.

Во всех случаях, когда можно применить на усах тягу мотовозами, следует максимально снижать величину радиуса.

Рельсы на усах, особенно при пользовании мотовозной тягой, необходимо применять более легкого типа, чем на магистралях и ответвлениях, так как грузонапряженность усов во много раз меньше, чем на магистрали, а давление на ось мотовоза в 2 раза меньше, чем у паровоза.

Цель перечисленных мероприятий—удешевить лесодорожное строительство, для чего необходимо применять наиболее производительные строительные механизмы, сокращающие потребность в рабочей силе, что особенно важно для вновь осваиваемых, в большинстве малонаселенных, лесных районов.

ГЛАВА II

МЕХАНИЗАЦИЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

1. Методы расчета распределения земляных масс

Вопрос о механизации работ по сооружению земляного полотна достаточно разработан и освещен в литературе.

Тем не менее будет не лишним рассмотреть существующие методы механизации постройки железнодорожного полотна, выявить их недостатки и предложить наиболее эффективные методы.

Земляное полотно всякой железной дороги независимо от ширины колеи сооружается путем возведения насыпей и производства выемок. Существует мнение, что объем выемок должен быть близок к объему насыпей: при таком равенстве и при исполь-

зовании для насыпи грунта, полученного из выемок, от грунта приходится отделять вдвое меньшее количество земли, чем при сооружении, например, сплошной насыпи. Отделение земли от грунта при ручных способах работ — процесс весьма трудоемкий, поэтому приведенная точка зрения одно время была широко распространена.

При организации земляных работ следует определять экономически целесообразную дальность возки, при которой стоимость земляного полотна будет наименьшей.

Расчет этот ведется на основании следующих предположений¹.

На данном участке профиля (рис. 2) имеется некоторый объем земли, который следовало бы переместить из выемки (точка А) в насыпь (точка В) на расстояние L , являющееся расстоянием между центрами тяжести выемки и насыпи.

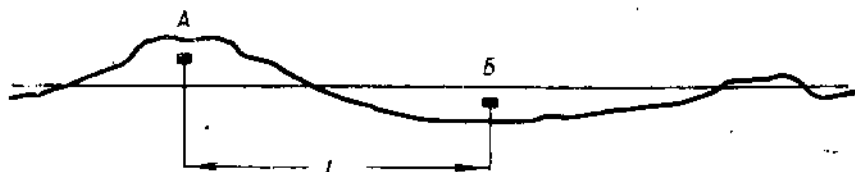


Рис. 2. Схема, поясняющая вывод формулы выгодного расстояния продольной возки

При этом рассуждаем так: объем земли А уже отрыт и погружен на приборы перемещения. Куда же следует его перемещать: в насыпь или в кавальер?

Приведем некоторые рассуждения Я. М. Баскина из книги „Организация постройки железных дорог“.

1. При подаче 1 м^3 земли в точку В на расстояние L стоимость насыпи в точке В составит aL руб., где a — стоимость перевозки 1 м^3 на расстояние 1 м.

2. В случае возведения насыпи в точке В из резерва необходимо:

а) отвезти землю из выемки в кавальер на расстояние l_1 , затратив на это al_1 (здесь a имеет прежнее значение);

б) в резерве у точки В отрыть, нагрузить и перевезти в насыпь 1 м^3 грунта; если обозначить стоимость отрывки и погрузки через b , то стоимость сооружения 1 м^3 насыпи из резерва составит $b + al_2$ руб., где l_2 — расстояние возки из резерва, a имеет прежнее значение.

На основании этих соображений автор дает уравнение:

$$aL \leq al_1 + b + al_2, \quad (4)$$

откуда

$$L \leq \frac{al_1 + b + al_2}{a}. \quad (5)$$

В этих рассуждениях обращает на себя внимание величина a , т. е. стоимость перевозки 1 м^3 грунта на расстояние 1 м.

¹ Я. М. Баскин, Организация постройки железных дорог, ч. II, Трансжелдориздат, Москва, 1934.

Если бы стоимость этого перемещения во всех случаях была одинакова, то установление предельного расстояния возки не представляло бы затруднений. Фактически это далеко не так.

Продольное перемещение земляных масс производится обычно на довольно значительное расстояние и требует более совершенных способов, чем поперечное (из выемки в кавальер и из резерва в насыпь).

Для продольного перемещения земляных масс в железнодорожной практике обычно применяют паровозы нормальной и узкой колеи, мотовозы, тракторы, автомобили, наконец, грабарки и лишь в самых редких случаях тачки. Для поперечного же перемещения (из выемки в кавальер и из резерва в насыпь) до последнего времени пользовались тачками и грабарками, и лишь кое-где применяли ленточные транспортеры, конные и тракторные скреперы. Следовательно, стоимость перевозки грунта, характеризующаяся в уравнениях (4) и (5) величиной a , весьма различна в зависимости от вида транспорта. Расчеты показывают, что самым дорогим видом транспорта является тачка, затем идут грабарки, лопаты Беккера, тракторные прицепы, автомобили. Самыми же дешевыми являются железные дороги узкой и широкой колеи.

Величина a не стабильная: с увеличением расстояния она значительно уменьшается.

Наконец, величина b (стоимость рытья грунта) также может быть различна в зависимости от того снаряда, которым пользуются в каждом отдельном случае (экскаватор, скрепер, лопата).

Все это показывает, что предложенная Я. М. Баскиным формула неверна, и для правильного сравнения стоимости перевозки земли различными способами, а также для правильного определения наивыгоднейшего расстояния продольной возки эта формула должна получиться из следующего уравнения:

$$b_1 + a_1 L \leq b_2 + a_2 l_1 + b_3 + a_3 l_2,$$

где:

b_1 — стоимость рытья грунта в выемке при продольной отвозке;

b_2 — " " " " " " поперечной отвозке;

b_3 — " " " " " " резерве при поперечной отвозке;

a_1 — стоимость перевозки 1 м³ земли на 1 м при продольной возке;

a_2 — стоимость перевозки 1 м³ земли на 1 м при поперечной возке из выемки в кавальер;

a_3 — стоимость перевозки 1 м³ земли на 1 м при поперечной возке из резерва в насыпь;

l_1 — расстояние поперечной возки из выемки в кавальер;

l_2 — расстояние поперечной возки из резерва в насыпь.

При сравнении поперечной перевозки с продольной необходимо во всех случаях механического транспорта учитывать и стоимость разгрузки, разравнивания и уплотнения, а при перевозке по рельсовым путям, кроме того, стоимость укладки путей и подьема их на насыпи.

Таким образом, для пользования формулой экономически выгодной дальности возки и целесообразного выбора того или иного

вида транспорта необходимо располагать данными о стоимости перевозки различными способами и на различное расстояние.

Этих данных в систематизированном виде пока нет. Попытку такой систематизации представляют материалы, помещенные в приложениях¹.

Многие из предположений, принятых в основу сделанных расчетов, почерпнуты из личной практики автора. Поскольку результаты расчетов носят ориентировочный, методологический характер, возможные отклонения не будут иметь существенного значения.

Величина a , как уже было отмечено, не является стабильной. Поэтому в результате всех проделанных расчетов стоимости

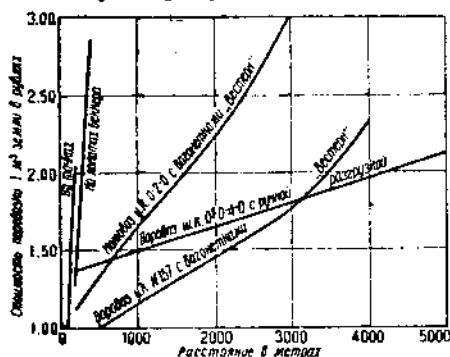


Рис. График определения стоимости продольной перевозки

перевозок пришлось вычислить не величину a , а величину aL (или al). Эта величина вполне пригодна для подстановки в формулу (4).

Итоги расчетов стоимости перевозки различными видами транспорта сведены в график (рис. 3). По абсциссам графика отложены расстояния перевозки, а ординаты любых точек представляют собою выраженную в рублях полную стоимость перевозки 1 м³ на данное расстояние.

Имея данные о стоимости перевозки различными видами транспорта, проделаем для примера расчеты, чтобы сравнить, какая перевозка выгоднее: поперечная или продольная.

Положим, что выемка разрабатывается вручную, земля уже отрыта и погружена на приборы перемещения. Что выгоднее: сложить землю из этой выемки в кавальеры, а в насыпь подавать землю тачками из резерва, или образовать насыпь путем перевозки земли из выемки?

Рассмотрим два случая для грунтов III категории: 1) сооружение насыпи из резервов заменяется продольной перевозкой мотовозами с вагонетками „Вестерн“; 2) сооружение насыпи из резерва заменяется продольной перевозкой составами нормальной колеи.

В первом случае, при разработке насыпи тачками, нужно перевезти землю в кавальер на расстояние до 30 м с подъемом в 2 м, а насыпь возвести из резерва с поперечной перевозкой на расстояние до 20 м.

Расход на 1 м³ определяем из выражения:

$$al_1 + b + al_2$$

¹ В настоящее время имеются справочники укрупненных сметных норм, пригодные для данной цели. *Ред.*

Величина a_1 — стоимость отвозки земли из выемки в кавальер — определяется с учетом подъема по вертикали (по § 55 Е. Н. В.) по таблице (приложение 5):

стоимость отвозки по горизонтальному пути 1 м ³	0,290 руб.
добавка на подъем (в среднем на 3 м) по табл. 3 Е. Н. В.	0,540 "
Величина b — стоимость рытья земли (грунт III категории) в резерве с погрузкой на тачки (по той же таблице)	0,620 "
Величина a_2 — стоимость отвозки из резерва в насыпь на расстояние 20 м	0,193 "

Всего на 1 м³ 1,64 руб.

По графику (рис. 3) величина 1,64 руб. представляет стоимость перевозки 1 м³ земли паровозами узкой колеи с вагонетками „Вестерн“ на расстояние 3100 м.

Итак, при отсутствии механизированного поперечного перемещения продольная перевозка весьма целесообразна и на большое расстояние.

При применении механизации снизятся и стоимость рытья грунта и стоимость поперечного перемещения, а все расстояние продольного перемещения земляных масс уменьшится.

Допустим, что с применением механизации мы добились снижения стоимости рытья до 50 коп. в грунте III категории, а стоимость перемещения 1 м³ на 1 м составит 0,5 коп. Тогда получим:

Стоимость отвала a_1 в кавальер 0,005 $\times$ 30 (независимо от подъема)	0,15 руб.
Стоимость рытья b земли в резерве агрегатом	0,50 "
Стоимость отвала a_2 из резерва в насыпь 0,005 $\times$ 20	0,10 "

Итого 0,75 руб.

Обращаясь к графику стоимости перевозки (рис. 3), видим, что при любом способе транспорта перевозка на незначительное расстояние стоит значительно дороже.

Все приведенные рассуждения и расчеты позволяют сделать следующий вывод: при значительном снижении стоимости рытья земли и ее поперечного перемещения рентабельность продольной возки резко меняется, вследствие чего границы транспортных работ сокращаются и становится более целесообразным насыпи отсыпать из резервов, а выемки складывать в кавальер.

Приведенный анализ указывает, что при использовании механизмом для выемки земли и поперечного ее транспортирования стоимость работ по возведению земляного полотна снижается и сокращается расстояние продольной возки.

Отсюда напрашиваются следующие выводы, которые должны повлиять на методику проектирования и трассирования железнодорожного полотна:

1) поперечный транспорт должен быть механизирован совершенными агрегатами, дающими низкую стоимость рытья и транспортировки земли;

2) чередование выемок с насыпями для полного баланса земляных масс выгодно только при коротких расстояниях возки, т. е. в горной местности;

3) при значительных расстояниях продольная перевозка может быть допущена без экономических расчетов лишь в том случае,

если имеются болота, где закладывать резервы невозможно;

4) выемки, разрабатываемые „в отвал“, т. е. в кавальер, должны быть не менее 2 м (в целях снегоборьбы), но не глубже 5 м для удобства работы, глубокие выемки допускать в исключительных случаях, например на перевалах для уменьшения виртуальной длины линии.

2. Выбор рационального типа агрегатов для механизации возведения земляного полотна из резерва

Из агрегатов, применяемых в нашем железнодорожном строительстве для разработки насыпи из резерва, рассмотрим экскаваторы типа „дрег-лайн“ и грейдеры-элеваторы.

Одноковшевый экскаватор нами не рассматривается, так как разработка насыпи из резерва им совершенно не выполняема; что касается скреперов различных видов, то они не применимы в грунте, изобилующем корнями, а потому и не пригодны для постройки лесовозных дорог.

Экскаваторы типа „дрег-лайн“ обычно снабжены довольно длинной стрелой, которая дает возможность перебрасывать землю на нужное расстояние (рис. 4). При работе „дрег-лайном“ у ре-

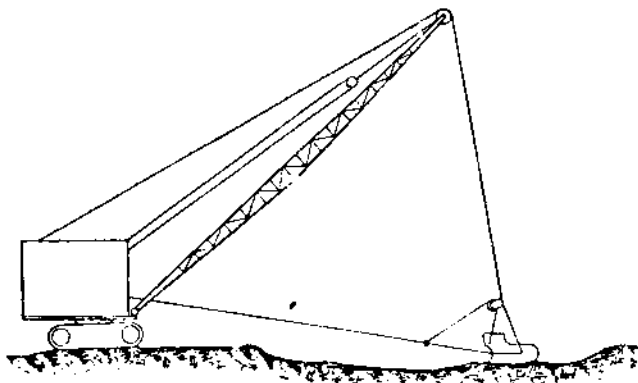


Рис. 4. Экскаватор „дрег-лайн“

зерва получается очень неряшливый и бесформенный вид. Поэтому при работе „дрег-лайном“ резерв необходимо дочистить вручную, подавая землю в насыпь тачками, что значительно снижает эффективность механизации. Кроме того, „дрег-лайн“ не является механизмом непрерывного действия, работает с передвижками, а это снижает его производительность при мелких работах.

Грейдер-элеватор (рис. 5) представляет собою плуг-разрыхлитель, с диска которого земля попадает на ленту поперечного транспортера и относится в сторону.

Вместе с грейдером-элеватором обычно применяют ножевой грейдер или бульдозер для передвижки и разравнивания грунта¹.

¹ В „Сметном справочнике по железнодорожному строительству“ (Трансжелдориздат, 1936) имеются разработанные для этого агрегата нормы при буксировке его трактором „сталинец“ (стр. 61).

Этот агрегат применим для постройки насыпей высотой не более 1 м, так как длина транспортера допускает перемещение грунта в сторону в среднем от 7 до 9 м (в зависимости от типа грейдера-элеватора). Несмотря на это, грейдер-элеватор представляет собою значительный шаг вперед по сравнению с тачкой. При пользовании им выработка на человекодень составляет (по Е. Н. В.) в грунте I—II категорий 451 м^3 , в грунте III категории 351 м^3 , в грунте IV категории 210 м^3 .

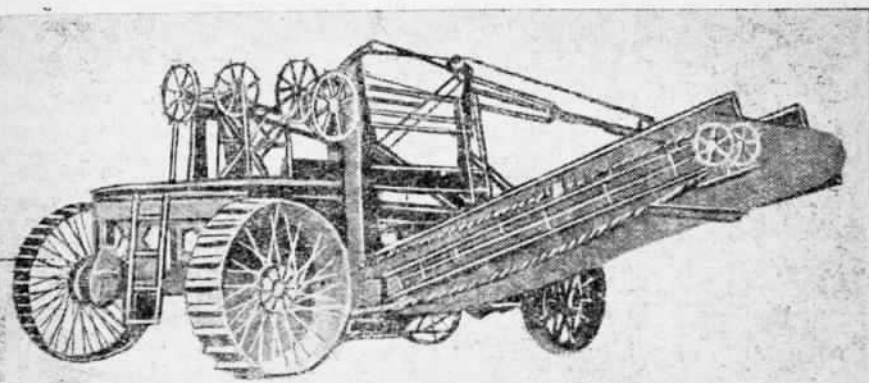


Рис. 5. Грейдер-элеватор

Однако применение этого механизма не полностью разрешает проблему удешевления строительства лесовозных дорог. Прежде всего он пригоден только для насыпей не выше 1 м. Кроме того, работа дискового плуга в грунте с большим количеством корней крайне затруднительна. При постройке же лесовозных дорог грунт обычно изобилует корнями.

Из приведенной характеристики грейдера-элеватора видно, что он может найти широкое применение при постройке узкоколейных дорог, особенно в открытой местности, но для постройки полотна дорог нормальной колеи при непосредственном отсыпании насыпей из резерва его применение нельзя считать лучшим разрешением вопроса. Этот агрегат весьма рентабелен при погрузке на составы.

Итак, для механизации перемещения земли из резерва в насыпь рассмотренные механизмы или совсем непригодны или мало пригодны¹.

Наиболее рациональным был бы механический агрегат, который одновременно копает землю и подает ее в насыпь или в кавальер и в то же время сам перемещается вдоль оси пути. Скорости рытья, перемещения грунта и движения механизма должны быть при этом координированы.

¹ Рассмотренные автором способы работ при отсыпке насыпей из резерва не исчерпывают полностью всего парка механизмов, применение которых может быть признано эффективным (например, тракторные скреперы и др.). Ред.

Агрегат должен иметь высокую производительность, которая не должна зависеть от глубины забоя (при малой стружке большая подача), и обеспечить возможность непосредственной подачи земли резерва в насыпь высотой до 6 м.

Агрегат должен исправно работать, если даже в земле имеются корни и пни. Кроме того, он должен быть приспособлен для работ не только в отвал, но и на составы; он должен самостоятельно (без добавочного оборудования) разрабатывать все виды грунтов, кроме тех, которые требуют подрывных работ.

Наконец, агрегат должен состоять из элементов, допускающих его переброску с одной постройки на другую на собственном ходу.

Таким агрегатом может быть экскаватор фрезерного типа, снабженный ленточным транспортером для подачи земляной массы из резерва в насыпь.

3. Фрезерный экскаватор

Общее описание. Основная рама 1 фрезерного экскаватора (рис. 6) поставлена на гусеничный ход; это придает устойчивость всему агрегату при незначительном удельном давлении на грунт.

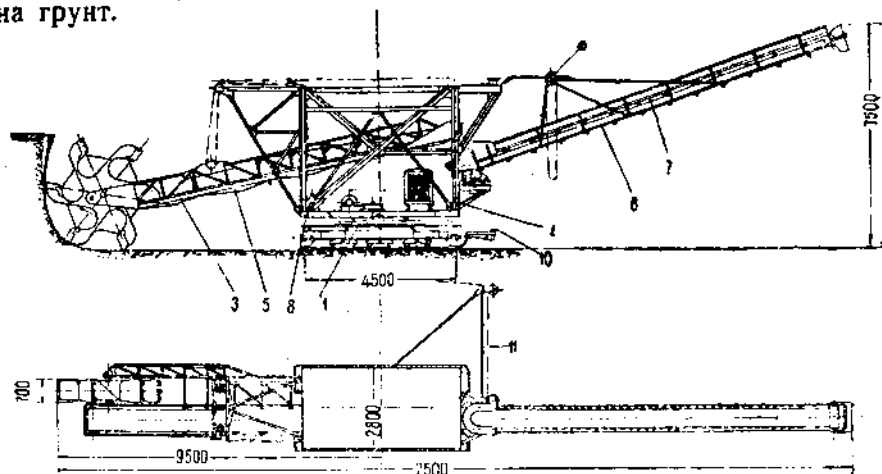


Рис. 6. Общий вид фрезерного экскаватора

На основной раме установлен двигатель внутреннего сгорания 2 (предпочтителен быстроходный дизель) мощностью 75 л. с. Ось двигателя расположена перпендикулярно продольной оси всего агрегата, благодаря чему все трансмиссии имеют простое оформление.

На той же раме монтируется на поворотном круге металлическая станина, на которой устанавливаются: а) задняя ферма 3, на конце которой находится рабочий орган экскаватора — фреза 4 и ленточный транспортер 5, б) передняя ферма 6, на которой устанавливается передний ленточный транспортер 7.

Обе фермы установлены с таким расчетом, чтобы в рабочем состоянии их можно было поворачивать на 90° в каждую сторону

от продольной оси агрегата. Обе фермы поворачиваются независимо одна от другой и могут работать в любом сочетании.

Задняя ферма установлена на станине и поворачивается вместе со станией на общем поворотном круге, приводимом в движение от общего двигателя механизма.

Передняя ферма, несущая транспортер 7, поворачивается вручную.

Вертикальные оси, на которых поворачиваются обе фермы, установлены с таким расчетом, чтобы транспортируемый по транспортеру 5 грунт всегда пересыпался на ленту транспортера 7 при любом угле поворота. На станине экскаватора расположены

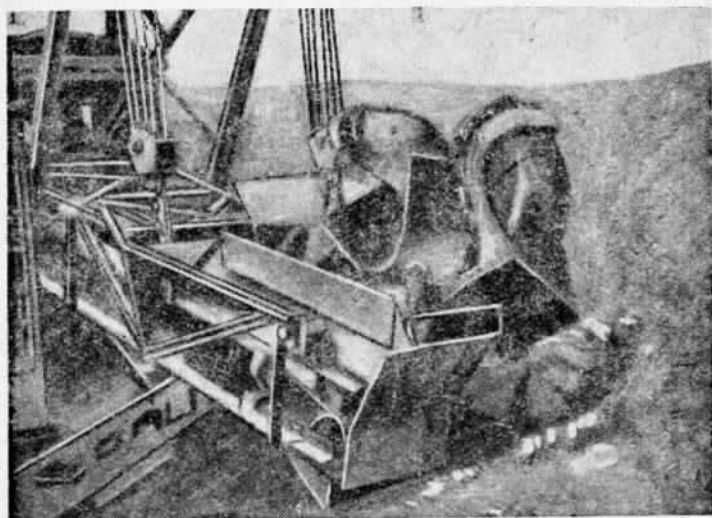


Рис. 7. Роющая фреза

подъемные приспособления для установки обеих ферм под нужным углом к горизонту. Задняя ферма имеет для подъема механический привод 8, а передняя ручной 9. Обе фермы экскаватора можно повернуть и в горизонтальной и в вертикальной плоскости без остановки работы экскаватора.

Кроме перечисленных механизмов, на общей раме экскаватора установлена однобарабанная маневровая лебедка 10. Этой лебедкой можно подтягивать погружаемые вагоны тросом 11, чтобы не держать паровоза во время загрузки состава.

Следовательно, двигатель приводит в движение: 1) ходовые гусеницы, 2) поворотный круг, поддерживающий станину, 3) рабочую фрезу 4, 4) ленту заднего транспортера 5, 5) подъемный механизм 8 задней фермы, 6) ленту переднего транспортера 7, 7) маневровую лебедку 10.

Рассмотрим теперь отдельные элементы агрегата. Роющая фреза (рис. 7)— основной рабочий орган фрезерного экскаватора.

Фреза представляет собою круглую глухую конструкцию,

снабженную шестью режущими ножами, насаженными на кромки ковшей. Между ковшами находятся наклонные пазухи. Они образуют направляющие поверхности для подачи к центру фрезы грунта, забранного в ковши и высыпающегося из них, когда они проходят через зенит.

Земляная масса, высыпаясь из ковша, скользит по направляющей поверхности и попадает на ленту заднего транспортера 5 (рис. 6), с которой передается на ленту переднего транспортера 7. С конца транспортера 7 земляная масса высыпается в подставленные вагонетки или непосредственно в тело насыпи сооружаемого колотна.

Размеры фрезы: диаметр 3,5 м, ширина 0,7 м, число ковшей 6; расстояние между ковшами по дуге большого круга 1,84 м, емкость ковша около 0,2 м³.

При нормальной скорости резания грунта $v = 1$ м/сек. фреза делает

$$n = \frac{60 v}{\pi D} = \frac{60 \times 1}{\pi \times 3,5} = 5,5 \text{ об/мин.}$$

При таком числе оборотов фреза в состоянии наполнить $5,5 \times 6 = 33$ ковша в минуту, а в час $33 \times 60 = 1980$ ковшей.

При коэффициенте заполнения ковша $\eta = 0,75$ полная часовая производительность фрезерного экскаватора составит независимо от твердости грунта:

$$S = 1980 \times 0,20 \times 0,75 = 300 \text{ м}^3.$$

Фреза как режущий прибор. Во фрезерном экскаваторе отдельные режущие ножи жестко посажены на вращающийся корпус ротора. Это дает возможность устанавливать правильные углы резания для любого грунта. В этом, между прочим, заключается одно из важных преимуществ фрезерного экскаватора по сравнению с экскаватором многоковшевым, у которого отдельные ковши монтируются на бесконечной цепи.

У многоковшевых экскаваторов, как это справедливо отмечает проф. Добровольский¹, ковши находятся в весьма неблагоприятных условиях в отношении эффективности резания (рис. 8).

В начале резания ковш входит в соприкосновение с грунтом и испытывает его сопротивление, которое тем больше, чем тверже грунт. Сила сопротивления P и довольно значительный вылет a ковша, сидящего на гибкой цепи, образует момент Pa , содействующий перекашиванию звена цепи (рис. 8).

Этот момент, перекашивая цепь, поворачивает несущее звено на некоторый угол α , который зависит как от твердости грунта, так и от степени натяжения цепи. Поэтому угол резания грунта постоянно меняется, что ухудшает условия резания.

Этот весьма существенный недостаток многоковшевых экскаваторов делает их мало пригодными для твердых грунтов и ограничивает область их применения.

¹ Проф. В. А. Добровольский, Многочерпаковые экскаваторы, их конструкция и расчет, ОНТИ, Харьков — Киев, 1934, стр. 193.

В фрезерном экскаваторе, как и в одноковшовом, для разных грунтов следует применять различного типа режущие детали: для песка и других легких грунтов — гладкие ножи из высококачественной стали, а для грунтов тяжелых — зубья, действующие на отделяемый грунт как клинья, откалывающие отдельные куски.

Усилие резания. Наиболее обстоятельно этот важный вопрос исследован в труде проф. Добровольского.

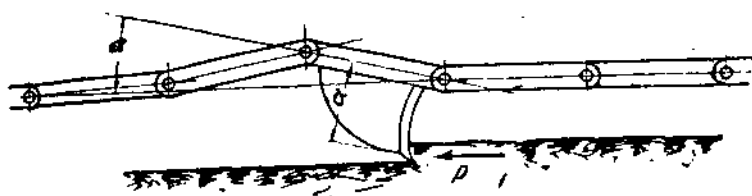


Рис. 8. Перекося ковшей на цепи многоковшового экскаватора

Усилие резания грунта определяют обычно следующим образом. Представим себе, что нож, ширина которого перпендикулярна плоскости чертежа B (рис. 9), врезается под углом β в грунт

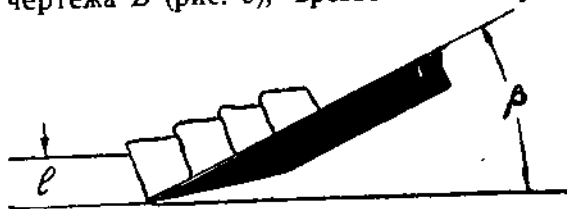


Рис. 9. Положение режущего ножа при отделении грунта:

e — толщина снимаемого пласта, β — угол резания

на глубину e . Режущий нож, входя в тело грунта, сначала несколько его спрессовывает, а затем откалывает частицы грунта. При этом площадь отколотой массы равна Be . Полное усилие резания проф. Добровольский принимает равным

$$P = 1,9TBe,$$

где:

- P — усилие резания в кг;
- 1,9 — опытный коэффициент;
- T — напряжение сдвига (скалывания) для данного грунта в кг/см²,
- B — ширина ножа или ширина снимаемого слоя;
- e — толщина снимаемого слоя.

Опытный коэффициент 1,9 показывает (как это признает и сам автор), что приведенное уравнение дает приближенные результаты, так как возможны случайные препятствия в виде мелких камней, корней и др.

Нам кажется, что в лесной практике, когда экскаватор работает в большинстве случаев среди пней и корней, этот коэф-

циент (при расчете на разрыв мелких корней диаметром до 5 см) следует увеличить примерно еще на 25% и принимать

$$P = 2,4TBe. \quad (6)$$

Чтобы можно было пользоваться формулой (6), определяющей величину усилия резания, необходимо иметь данные о величине напряжения сдвига для различных грунтов.

К сожалению, исчерпывающего материала по этому чрезвычайно важному вопросу нам найти не удалось, так как проф. Добровольский приводит лишь одно значение T , а именно для мягких грунтов: $0,25 \text{ кг/см}^2$.

Автору пришлось разрыхлять плугом весьма твердую солончаковую глину.

Опыт этот дает возможность установить, с известным, конечно, приближением, что напряжение сдвига для очень твердых грунтов можно принять:

$$T_{VI} = 1,8 \text{ кг/см}^2.$$

Напряжение сдвига для грунтов II категории можно определить путем следующих рассуждений.

Трактор ХТЗ, двигаясь на второй скорости при тяговом усилии $T = 900 \text{ кг}$, вспахивает поле трехлемешным плугом на глубину 18 см. Отсюда напряжение сдвига для грунтов II категории

$$T_{II} = \frac{900}{3 \times 30 \times 18} = 0,55 \text{ кг/см}^2.$$

Усилие резания T для грунтов III категории должно находиться между значениями T для II и IV категорий.

На основании приведенных данных можно дать шкалу приближенных значений напряжения сдвига T для различных грунтов:

I категория	0,25 кг/см ²
II "	0,55 "
III "	1,25 "
IV "	1,80 "

В течение последних месяцев Гипрооргстроям проделана очень большая работа по определению усилий резания для одноковшовых экскаваторов. Исследования Гипрооргстроя дали в результате величины, характеризующие сопротивление грунтов, несколько отличные по своей природе от величин, приведенных выше.

Однако сопоставление тех и других данных позволяет считать приведенные выше значения напряжений сдвига достаточными для предварительных расчетов.

Приводимые ниже расчеты мощности фрезерного экскаватора, конечно, должны быть уточнены при постройке опытного экземпляра машины.

Определение мощности, потребной для резания грунта. Рассчитаем мощность, потребную для резания грунта в предположении, что работа производится в грунте IV

категории с полной, конструктивно возможной загрузкой фрезы в грунт (рис. 10).

Допустим, что фреза диаметром 3,5 м погружена в грунт на глубину 1,4 м. Тогда длина дугового пути L фрезы, находящейся в грунте, будет равна 4,75 м. На этой длине во время работы экскаватора будут все время работать три ковша.

Для определения мощности будем учитывать все сопротивления, относящиеся к работе трех ковшей: сопротивление резанию, сопротивление от трения и сопротивление от подъема грунта, находящегося в ковшах.

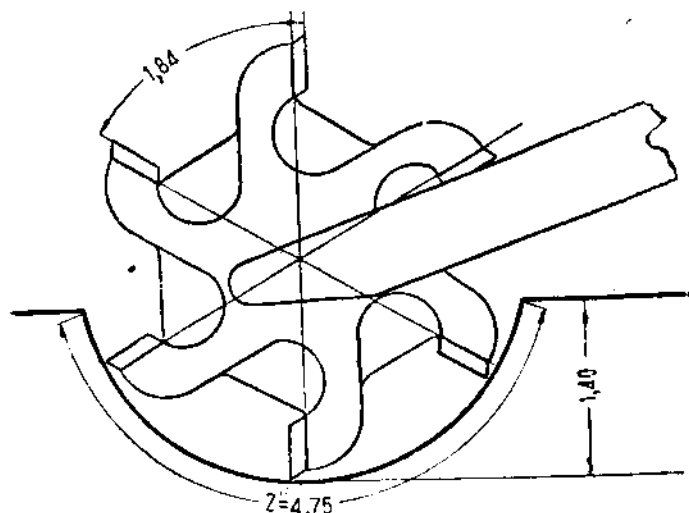


Рис. 10. Положение фрезы в грунте при работе из резерва

Сопротивление резанию. Предположим, что в грунте IV категории забирается минимальная стружка $e = 2,5$ см. При ширине ножа $B = 70$ см площадь скалывания на одном ноже будет $Be = 70 \times 2,5 = 175$ см².

Тогда усилие резания для одного ковша по уравнению (6) будет:

$$P_1 = 2,4 T B e = 2,4 \times 1,8 \times 175 = 755 \text{ кг.}$$

Усилие резания трех ковшей:

$$3 P = 755 \times 3 \cong 2270 \text{ кг.}$$

Сопротивление от трения. Фреза, проходя в теле грунта, трется боковыми стенками о стенки образовавшейся траншеи, поэтому при работе фрез возникает сопротивление от трения, пропорциональное усилию резания.

При обычном коэффициенте трения $\phi = 0,3$ сопротивление трения будет:

$$P_{\text{тр}} = 2270 \times 0,3 \cong 680 \text{ кг.}$$

Сопротивление от подъема грунта, находящегося в ковшах. Во время работы фрезы одновременно под-

нимаются три наполненных ковша. За время прохода ножей по грунту на длину $L' = 4,75$ м, при толщине стружки 0,025 м и ширине ножа 0,7 м объем земли, скопившейся в ковше, будет

$$V = 0,025 \times 0,7 \times 4,75 = 0,083 \text{ м}^3.$$

При весе 1 м³ тяжелого грунта 1600 кг вес грунта, заполнявшего один ковш, составит $0,083 \times 1600 = 132$ кг, а трех ковшей

$$P_{\text{ш}} = 132 \times 3 = 396, \text{ или округленно } 400 \text{ кг.}$$

Суммарная мощность, необходимая для преодоления всех указанных сопротивлений, или, что то же, мощность, потребная для резания и подачи грунта (при $\eta = 0,75$ и $v = 1$ м/сек.), будет:

$$N = \frac{(3 \cdot P_1 + P_{\text{ш}} + P_{\text{ш}}) v}{75\eta} = \frac{2270 + 680 + 400}{75 \times 0,75} = 60 \text{ л. с.}$$

При загрузке фрезы на глубину 1,4 м и толщине стружки 0,025 м в ковш за один проход набирается 0,083 м³ грунта, а в час экскаватор по своим кинематическим и конструктивным показателям в состоянии наполнить 1980 ковшей.

Отсюда производительность в грунте IV категории при минимальной стружке будет:

$$S = 0,083 \times 1980 = 164 \text{ м}^3 \text{ в час.}$$

Как видно из приведенных расчетов, потребная мощность определена в наиболее тяжелых условиях, т. е. при наибольшем конструктивно возможном погружении фрезы в грунт. Кроме того, должен быть учтен расход мощности для остальных операций, выполняемых этой сложной машиной.

Все расчеты должны быть проверены опытным путем при выработке окончательной модели рабочей машины, но ориентировочно полученную мощность, повидимому, можно считать близкой к истине.

Попутно с выявлением мощности нами определена и фактическая производительность фрезерного экскаватора при работе в твердом грунте и при условии, что ножи экскаватора забирают минимальную стружку и ковши наполняются меньше, чем наполовину. Эта производительность может быть положена в основу дальнейших расчетов экономики применения фрезерного экскаватора.

Аналогичным образом можно рассчитать мощность экскаватора при работе в мягких грунтах. При этом можно считать, что фактический объем ковша равен $0,20 \times 0,75 = 0,15$ м³, фреза экскаватора, как и в первом случае, погружена на глубину 1,4 м (рис. 10) и проходит тот же путь (4,75 м).

Отсюда площадь скалывания будет:

$$\omega = Be = \frac{0,15}{4,75} = 0,0316 \text{ м}^2 = 316 \text{ см}^2.$$

Зная, что удельное сопротивление скалыванию для мягких

грунтов, по Добровольскому, равно $0,25 \text{ кг/см}^3$, определим усилие резания по уравнению

$$P_I = 2,4 T B e = 2,4 \times 0,25 \times 316 = 190 \text{ кг.}$$

Усилие резания трёх ковшей

$$3 P_I = 190 \times 3 = 570 \text{ кг.}$$

Соппротивление от трения

$$P_{II} = 570 \times 0,3 = 170 \text{ кг.}$$

Соппротивление от подъема грунта, находящегося в трех ковшах:

$$P_{III} = 0,15 \times 1500 \times 3 = 700 \text{ кг.}$$

Потребная мощность фрезерного экскаватора для работы в мягком грунте с производительностью $300 \text{ м}^3/\text{час}$:

$$N = \frac{(3P_I + P_{II} + P_{III}) v}{75 \eta} = \frac{570 + 170 + 700}{75 \times 0,75} = 26 \text{ л. с.}$$

Как видим, потребная мощность при работе в мягком грунте значительно меньше, несмотря на значительное увеличение производительности.

Транспортеры для перемещения грунта и определение потребляемой ими мощности. При описании фрезы мы уже говорили, что земляная масса, выпавшая из ковшей по боковым междуковшевым пазухам, попадает на ленту транспортера 5 (рис. 6). При описании агрегата было также указано, что транспортеров имеется два: задний 5 и передний 7. Оба дают возможность перебрасывать земляную массу на расстояние до 25 м. При повороте каждого из транспортеров на угол 90° от продольной оси машины суммарный угол поворота должен быть равен 180° .

При ширине ленты 700 мм поперечное сечение слоя земли на плоскости будет (рис. 11):

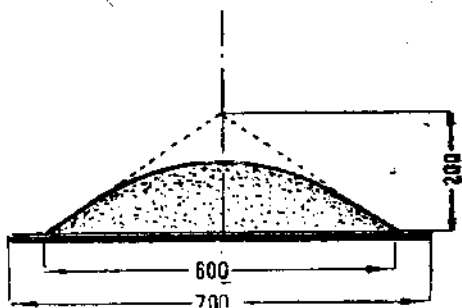


Рис. 11. Положение земляной массы на плоской ленте транспортера

$$\omega = \frac{2 \times 60 \times 20}{3 \times 2} = \frac{60 \times 20}{3} = 400 \text{ см}^2 = 0,04 \text{ м}^2.$$

При скорости транспортера 2,5 м/сек. часовая производительность его составит:

$$3600 \times 2,5 \times 0,04 = 360 \text{ м}^3 \text{ земли.}$$

Мощность, потребная для подачи на транспортерах вынутой экскаватором земли, может быть определена по эмпирической формуле¹:

$$N = \left(\frac{AL_1 v}{1,5} + \frac{BL_2 Q}{300} + \frac{QH}{270} \right) K_1 K_2. \quad (7)$$

Принятые обозначения:

N — потребная мощность в л. с.;

A — коэффициент холостого хода (в нашем случае 0,05);

B — коэффициент грузового хода (в нашем случае 0,12);

L_1 — длина транспортера между центрами крайних барабанов;

L_2 — длина пути перемещения груза;

Q — производительность транспортера в тоннах в час; в нашем случае (легкий грунт) $350 \times 1,5 = 525$ т в час;

H — высота подъема груза;

v — скорость ленты (в нашем случае 2,5 м/сек.);

K_1 — поправочный коэффициент для транспортеров длиной от 15 до 30 м, равный 1,1;

K_2 — поправочный коэффициент для преодоления инерции покоя при пуске в ход, равный 1,3.

Транспортеры фрезерного экскаватора имеют следующие показатели:

	Задний транспортер	Передний транспортер
Длина между центрами барабанов в м	$L_1' = 9,4$	$L_1'' = 14,4$
Полная длина подачи в м	$L_2' = 10,0$	$L_2'' = 15,0$
Высота подъема груза в м	$H' = 3,5$	$H'' = 3,0$

По этим данным определим мощность, необходимую для работы обоих транспортеров в легком грунте при производительности в час $Q_x = 525$ т.

$$N_1 = \left(\frac{0,05 \times 9,4 \times 2,5}{1,5} + \frac{0,12 \times 10 \times 525}{300} + \frac{525 \times 3,5}{270} \right) 1,1 \times 1,3 = 14 \text{ л. с.}$$

$$N_2 = \left(\frac{0,05 \times 14,4 \times 2,5}{2,5} + \frac{0,12 \times 15 \times 525}{300} + \frac{525 \times 3,0}{270} \right) 1,1 \times 1,3 = 14,5 \text{ л. с.}$$

Таким образом, при работе в легком грунте $N_x = 28,5$ л. с.

При работе в тяжелых грунтах при производительности экскаватора 164 м^3 и насыпном весе $\gamma = 1,6$ производительность транспортера составит в час:

$$Q_m = 164 \times 1,6 = 263 \text{ т.}$$

Зная часовую производительность, определим мощность, потребную для перемещения твердых грунтов:

¹ Формула эта приводится т. Бурштейном в его труде „Ленточные транспортеры“, Госмашметиздат, Москва, 1934, стр. 135.

$$N_1 = \left(\frac{0,05 \times 9,4 \times 2,5}{1,5} + \frac{0,12 \times 10 \times 263}{300} + \frac{263 \times 3,5}{270} \right) 1,1 \times 1,3 = 7,50 \text{ л. с.}$$

$$N_2 = \left(\frac{0,05 \times 14,4 \times 2,5}{1,5} + \frac{0,12 \times 16 \times 263}{300} + \frac{263 \times 3,0}{270} \right) 1,1 \times 1,3 = 8,10 \text{ л. с.}$$

Следовательно, для работы в тяжелом грунте $N_T = 15,6$ л. с. Как видно из полученных результатов, необходимая для транспортирования земли мощность колеблется в довольно широких пределах.

Мощность, необходимая на передвижение экскаватора при рытье грунта. Мощность, необходимая для перемещения экскаватора с места на место, нами не определяется, так как в этом случае рабочие органы экскаватора бездействуют, и вся мощность двигателя расходуется только на самоход.

При рытье грунта экскаватор передвигается одновременно с рытьем грунта и перемещением его по ленточным транспортерам, т. е. двигатель экскаватора отдает на эти операции значительную долю своей мощности.

Чтобы выяснить мощность, необходимую для перемещения фрезерного экскаватора в процессе рытья грунта, рассмотрим случай, когда экскаватор насыпает очень небольшую насыпь из резерва с площадью поперечного сечения 1 м^2 в легком грунте, развивая часовую производительность в 300 м^3 . Для выполнения этой часовой производительности экскаватор при данном сечении резерва должен пройти в час путь в 300 м . Следовательно, скорость движения агрегата будет:

$$v_p = \frac{300}{3600} = 0,0835 \text{ м/сек.}, \text{ или округленно } 0,09 \text{ м/сек.}$$

Далее, определим тяговое усилие, необходимое для передвижения экскаватора.

Вес экскаватора Q принимаем равным 45000 кг . Коэффициент внутренних сопротивлений φ по аналогии с гусеничным трактором „сталинец-60“ в условиях бездорожья примем равным $0,10$.

Далее, допускаем, что естественный уклон местности i равен $0,05$.

При этих допущениях получим тяговое усилие на гусеницах экскаватора:

$$T = Q (\varphi + i) = 45000 (0,1 + 0,05) = 6750 \text{ кг.}$$

Имея данные о величине тягового усилия и скорости движения, определяем мощность, необходимую для самопередвижения экскаватора во время рытья грунта:

$$N = \frac{T v}{75 \eta}.$$

При $\eta = 0,65$ получим при работе в мягких грунтах:

$$N = \frac{6750 \times 0,09}{75 \times 0,65} = \frac{610}{48,6} = 12,5 \text{ л. с.}$$

При работе в тяжелом грунте и производительности 164 м³ в час скорость хода будет:

$$v_p = \frac{164}{3600} = 0,046 \text{ м/сек.}$$

и соответственно мощность

$$N = \frac{6750 \times 0,046}{75 \times 0,65} = \frac{310}{48,6} = 6,3 \text{ л. с.}$$

Общая мощность экскаватора. При рытье грунта с одновременным транспортированием его в насыпь и одновременным перемещением параллельно оси пути механическая энергия двигателя затрачивается одновременно на эти три операции.

Суммарная мощность двигателя, который должен быть установлен на агрегате, приведена в табл. 1.

— Таблица 1

О п е р а ц и и	Потребная мощность в л. с.	
	для легких грунтов	для тяжелых грунтов
Рытье грунта фрезой	26,0	60,0
Подача грунта транспортерами	28,5	15,6
Передвижение экскаватора	12,5	6,3
Суммарная установочная мощность	67,0	81,9

На основании этих данных можно с достаточной для предварительных соображений точностью считать, что для фрезерного экскаватора больше всего подходит быстроходный четырехцилиндровый дизель Челябинского тракторного завода (форкамерный М-17) мощностью 75 л. с., делающий 850 об/мин.

Этот двигатель принят в дальнейших экономических расчетах.

Рассмотрим отдельные случаи работы экскаватора на рытье грунта и его транспортировании.

Работа из резерва в насыпь. На рис. 12 слева изображен поперечный профиль полотна и прилегающего к нему резерва, а справа внизу в плане схематически изображен фрезерный экскаватор. Кроме того, показано возможное положение фрезы с задним ленточным транспортером, который может работать в пределах определенного угла от одного края резерва до другого, и положение переднего ленточного транспортера, подающего землю и распределяющего ее по всему телу насыпи от одной бровки до другой. Экскаватор движется в направлении, показанном стрелкой.

Как известно, глубина резерва назначается обычно в связи с необходимостью пропуска воды. Часто при возведении до-

вольно высокой насыпи на данном пикете требуется вынуть большой объем грунта, и при незначительной глубине резерва его приходится делать очень широким. Возможен случай, когда длина транспортера фрезерного экскаватора окажется недостаточной для непосредственной подачи земляной массы в насыпь, и придется прибегнуть к двойной перевалке земли.

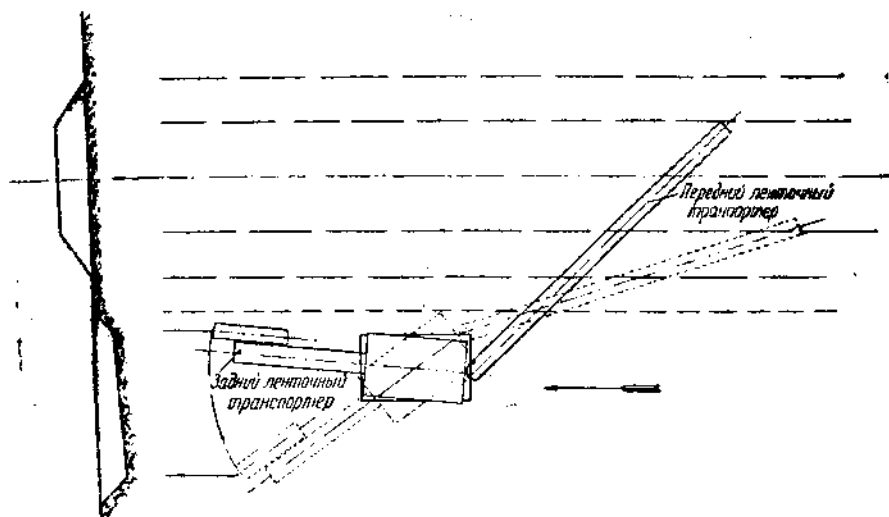


Рис. 12. Схема работы фрезерного экскаватора при возведении насыпи из резерва

При вторичной перевалке грунт уже разрыхлен, а поэтому экскаватор работает с максимальной (конструктивной) производительностью. При мелких работах в средних условиях приходится вторично переваживать не более 20% всей земляной массы, перебрасываемой из резервов в насыпь.

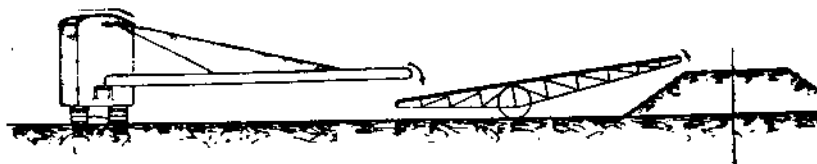


Рис. 13. Поддача земли из резерва в насыпь при помощи добавочного транспортера

Кроме двойной перевалки, землю можно передавать передвижными ленточными транспортерами. В этом случае их устанавливают дополнительно впереди хобота переднего транспортера 7 (рис. 6) и передают земляную массу на необходимое расстояние (рис. 13).

Такой способ транспортирования целесообразнее перевалки, если пропускная способность передвижного транспортера не меньше пропускной способности транспортеров фрезерного экскаватора.

В случае добавочной перевалки земли необходимо:

а) проверить пропускную способность передвижного транспортера и применять лишь тот тип, который пригоден по мощности;

б) применять передвижные транспортеры лишь в том случае, если это не удорожит конечной стоимости работ по сравнению с вторичной перевалкой экскаватором.

Все приведенные рассуждения относятся к сооружению полотна нормальной колеи. При незначительных размерах поперечного профиля узкой колеи прибегать к двойной перевалке не приходится.

Подъем грунта ленточными транспортерами возможен под углом 18° на высоту до $25 \operatorname{tg} 18^\circ - 1 = 25 \times 0,326 - 1 = 7$ м. Один метр высоты сбрасывается потому, что транспортеров на экскаваторе два, и земля с заднего транспортера переваливается на хвост переднего транспортера на высоту 1 м.

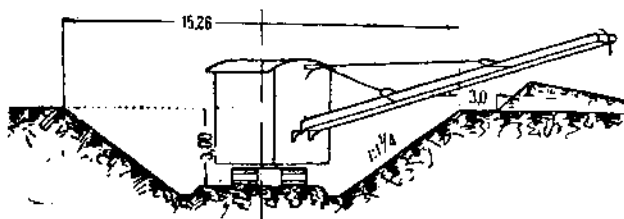


Рис. 14. Рабочее положение фрезерного экскаватора при разработке выемки в кавальер

Разработка выемки в кавальер. На рис. 14 изображена выемка дороги нормальной колеи глубиной 3 м. Как видно из рисунка, ширина выемки поверху при откосах $1 : 1\frac{1}{2}$ составляет 15,26 м. Эту выемку фрезерный экскаватор выберет слоями в три прохода.

На лесовозных дорогах выемки глубиной более 3 м вообще следует применять лишь в крайних случаях. Тем не менее отвал земли в кавальер на обе стороны с двойной перевалкой земли возможен для выемок глубиной даже до 5 м.

Выемку глубиной свыше 5 м при сооружении лесовозных дорог применяют в виде исключения, в основном, если нужна земля для смежной близлежащей высокой насыпи (например при подходах к мостам), или при засыпке болота, имеющего большое протяжение.

Работа фрезерным экскаватором с погрузкой грунта на приборы перемещения. При постройке лесовозных дорог часто приходится возводить полотно на глубоких болотах, тянущихся иногда на несколько километров. В таких случаях сооружение насыпи из резерва невозможно, и это вынуждает прибегать к продольной перевозке из близлежащей выемки или даже специального карьера. Кроме того, балласти-

ровка полотна почти никогда не делается из близлежащего грунта. Для этого в большинстве случаев применяют балласт, добываемый в специальных карьерах. Наконец, в некоторых случаях при подходе к высоким мостам (на реках с широкой поймой) работа из резерва неприменима. Поэтому, если поблизости возможно запроектировать выемку или открыть специальный карьер, целесообразно применять продольную возку.

Во всех трех рассмотренных случаях фрезерный экскаватор успешно нагружает приборы перемещения.

Фрезерный экскаватор при разработке грунтов в лесной местности. Одним из существенных возражений против введения фрезерного экскаватора является ссылка на затруднения, которые возникают при разработке резервов в грунтах, изобилующих корнями.

Прежде всего необходимо напомнить, что для преодоления сопротивления корней и других встречающихся в грунте препятствий принят коэффициент 2,4, а величина окружного усилия на режущей части фрезы принята в 3350 кг.

Если фреза зацепит горизонтальный корень, находящийся в земле на расстоянии 0,5 м от пня, то ее окружное усилие создает момент $3350 \times 50 = 167\,500$ кг. Если сцепления с землей нет, разрушение от этого момента возможно в том случае, когда момент сопротивления сечения корня $W = \frac{167\,500}{500} = 335$ см³.

Этому моменту сопротивления соответствует диаметр

$$d = \sqrt[3]{10 \times 335} = 15 \text{ см.}$$

Из практики корчовки известно, что горизонтальный корень указанного диаметра бывает у довольно крупных пней и попадает не часто. Средняя толщина корней обычно не превышает 5—8 см.

Фреза с окружным усилием на режущих ножах в 3350 кг обладает значительной силой, достаточной для разрушения среднего размера корней.

Около экскаватора, если он работает на грунте, изобилующем корнями, должны находиться рабочие с топорами для обрубаия вывороченных фрезой из почвы, но не сломавшихся корней. Топоры должны иметь удлиненную рукоятку (около 1,3 м), чтобы рабочему не нужно было слишком близко подходить к роющему органу экскаватора.

Все приведенные рассуждения говорят о том, что при работе фрезой в почве, изобилующей корнями, можно выбирать землю в пространстве, находящемся рядом с пнями, которые должны быть удалены.

Фреза может поэтому углубляться между пнями в несколько проходов, пока не подойдет достаточно близко к нужному пню.

На рис. 15 показана работа фрезерного экскаватора среди пней и корней: после прохода I фрезой поднимают и делают

проход II, а затем проход III. Когда после прохода III фреза подойдет слишком близко к корню, ее переносят и устанавливают по другую сторону корня и в той же последовательности делают проходы IV и V. Пень остается на узком возвышении, ограниченном двумя вертикальными плоскостями, и теряет прочное сцепление с землей. Такой пень можно выдернуть той же фрезой, нажав на него сверху.

Таким способом нетрудно выворотить пень любого размера. Следует, однако, учесть, что частое поднимание фрезы из грунта, поворот фермы и новое опускание сопровождается неизбежной потерей времени, что понижает производительность машины. Чтобы выяснить, какое влияние оказывают возможные задержки из-за пней на производительность экскаватора, произведем простейшие расчеты.

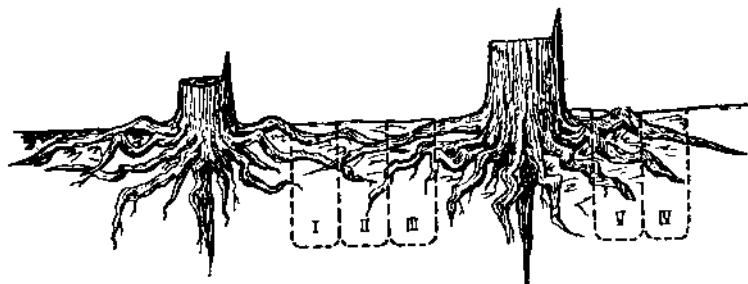


Рис. 15. Работа фрезерного экскаватора среди пней и корней

Допустим, что на лесосеке, на территории которой производится постройка дороги, запас деловой древесины составляет 300 м³, средний диаметр дерева у пня 40 см. Объем хлыста, получаемого из такого дерева, можно считать равным 0,8 м³. Тогда на 1 га будет $300 : 0,8 = 375$ таких деревьев.

При средней кубатуре земляных работ в 10 тыс. м³ на километр пути средняя высота насыпи будет 1,4 м, средняя ширина резерва при глубине 0,8 м около 13 м. При такой ширине площадь резерва на протяжении километра составит 1,3 га, а на этой площади будет расти $375 \times 1,3 = 448$ толстых деревьев.

Если работа экскаватора не задерживается уборкой крупных пней, то его часовая производительность при грунте III категории и отсутствии задержек составит 230 м³. Следовательно, для разработки 10 тыс. м³ полотна при отсутствии пней потребовалось бы чистой работы

$$\frac{10\ 000}{230} = 43,5 \text{ часа.}$$

Допуская на каждом пне задержку до 5 мин., получим следующие потери на всех пнях:

$$\frac{448 \times 5}{60} = 37,5 \text{ час.}$$

Таким образом, на выполнение земляных работ с задержками на пнях потребуется $43,5 + 37,5 = 81$ час, поэтому фактическая часовая производительность экскаватора составит 123 м^3 , или 54% от нормальной производительности.

Предположим далее, что такая засоренность пнями в средних условиях работы экскаватора будет только в 60% случаев. Тогда понижение производительности, вызываемое уборкой пней, для массовых расчетов можно принять не более чем в 28% от технически возможной.

Рассмотрим стоимость работ, производимых фрезерным экскаватором, и их эффективность.

Стоимость эксплуатации машинослемы

а) Амортизация агрегата. Стоимость фрезерного экскаватора принимаем в 175 тыс. руб. и срок его работы 20 тыс. часов. Отсюда амортизационные отчисления на одну смену составляют:

$$\frac{175\,000 \times 8}{20\,000} = 70 \text{ руб.}$$

б) Ремонт и запасные части принимаем равными 270% амортизационных отчислений, т. е.

$$70 \times 2,7 = 189 \text{ руб.}$$

в) Переброска, монтаж и демонтаж экскаватора один раз в сезон. Полагая на эти расходы 10 тыс. руб. и считая работу в течение года 200 дней по две смены, получим на одну смену.

$$\frac{10\,000}{400} = 25 \text{ руб.}$$

г) Стоимость рабочей силы. Для успешного обслуживания агрегата необходимо 9 чел. на смену со следующей оплатой:

багермейстер (механик)	18 руб.
моторист	15 "
пом. багермейстера (он же смазчик)	12 "
рабочие на отвале для разравнивания земли 6 чел. по 8 руб.	48 "

Итого . . 93 руб.

д) Горючее и смазка. Расход горючего у двигателя Дизеля составляет 200 г на силочас, что дает в день:

$$75 \times 0,20 \times 8 = 120 \text{ кг.}$$

Горючим для дизеля служат газойль, справочная цена которого 0,15 руб. за 1 кг с доставкой на место работы. Принимаем стоимость 1 кг газойля 0,20 руб.

Стоимость горючего $120 \times 0,20$	24 руб.
Смазочные материалы	15 "
Обтирочные материалы	10 "

Итого . . 49 руб.

Следовательно, стоимость машиносмены составит:

$$70 + 189 + 25 + 93 + 49 = 426 \text{ руб.}$$

Себестоимость работы в отвале

На основании данных о стоимости эксплуатации фрезерного экскаватора в смену и ранее полученных выводов составим таблицу основных технико-экономических показателей фрезерного экскаватора при работе из резерва в насыпь или из выемки в кавальер (табл. 2).

Таблица 2

Показатели	Категории грунтов			
	I	II	III	IV
Производительность при однородном грунте в час в м ³	390	300	230	164
Производительность при грунте, изобилующем корнями, в м ³ /час	216	216	166	118
Производительность в смену с коэффициентом использования рабочего времени 0,8 в м ³	1 920	1 920	1 470	1 050
То же при грунте, изобилующем корнями, в м ³	1 380	1 380	1 060	760
Стоимость выработки и подачи в насыпь (кавальер) одного рабочего кубометра грунта в руб.	0,222	0,222	0,260	0,405
То же при грунте, изобилующем корнями	0,308	0,308	0,462	0,560
Средняя выработка в смену на одного рабочего в руб.	47,3	47,3	47,3	47,3
Средняя выработка агрегата в сезон в одну смену (при 200 раб. днях в году) в тыс. м ³	385	385	300	210
Производительность в смену на одного рабочего в м ³	213	213	164	117
То же при грунте, изобилующем корнями в м ³	153	153	118	85

Пример. Работы производятся в грунте IV категории, сооружается полотно нормальной колеи на протяжении 30 км. На этом протяжении имеются пять выемок длиной по 1,5 км, средней глубиной до 4 м. Объем выемок 100 000 м³. Средний объем профильных земляных работ 10 000 м³ на 1 км пути, т. е. всего 300 000 м³.

Произведем расчет работ, выполняемых по существующему способу, т. е. с разработкой всех выемок по возможности в насыпь паровозной возкой. Рабочий объем 300 000 — 100 000 = 200 000 м³.

Определяем дальность возки по формуле (4), предполагая, что l_1 — расстояние отвозки в кавальер — составит 30 м, а l_2 — расстояние отвозки в насыпь — 20 м.

По таблице (приложение 5)

$$al_1 + b + al_2 = 0,32 + 0,84 + 0,216 = 1,377.$$

Из графика на рис. 3 видим, что эта величина составляет стоимость перевозки земли паровозами узкой колеи с саморазгружающимися вагонетками „Вестерн“ на расстояние до 2000 м.

Следовательно, в этих условиях паровозная возка, безусловно, целесообразна. Среднюю дальность принимаем в 1400 м, стоимость перевозки на это расстояние составит (см. график на рис. 3) 1,25 руб. Предположим, что грунт выбирается одноковшевым экскаватором и стоимость выработки 1 м³ составляет 30 коп.¹

Тогда стоимость работ по разработке 100 тыс. м³ выемок составит на 1 м³ земли

$$0,30 + 1,25 = 1,55 \text{ руб.},$$

на 100 000 м³ земли

$$100\,000 \times 1,55 = 155\,000 \text{ руб.}$$

100 000 м³ земли из выемки попадут в насыпь, остальные 100 000 м³ земли, необходимой для сооружения полотна, будут доставлены из резерва на тачках. Стоимость разработки 1 м³ (см. приложение 5) составит 1,056 руб., а всего стоимость работ из резерва

$$100\,000 \times 1,012 = 105\,600 \text{ руб.}$$

Полная стоимость работ по возведению полотна на 30 км:

$$155\,000 + 105\,600 = 260\,600 \text{ руб.}$$

Стоимость одного рабочего кубометра:

$$\frac{260\,600}{200\,000} = 1,30 \text{ руб.}$$

Стоимость одного профильного кубометра:

$$\frac{260\,600}{300\,000} = 0,835 \text{ руб.}$$

Посмотрим, как изменится стоимость работ при применении фрезерного экскаватора.

Принимая стоимость транспортирования в 30% полной себестоимости работ, производимых экскаватором, определим предельную дальность возки (табл. 2):

$$aL = 0,3 \times 0,405 + 0,3 \times 0,405 = 0,647 \text{ руб.}$$

Из графика (рис. 3) видно, что перевозка паровозом или мотовозом обошлась бы значительно дороже, поэтому применяем разработку выемок в кавальеры.

¹ Либин, Одноковшевые экскаваторы.

Стоимость разработки выемок составит:

$$100\,000 \times 0,405 = 40\,500 \text{ руб.}$$

При этом 10% объема выполняется вручную (дочистка), 90% фрезерным экскаватором непосредственно из резерва в насыпь. Кроме того, 20% объема экскаваторных работ выполняется с двойной перекидкой.

При возведении насыпи из резервов необходимо произвести следующие работы:

рытье грунта в резерве и подачу в насыпь (частично в промежуточный отвал) (см. табл. 2).

$$200\,000 \times 0,9 \times 0,405 \text{ руб.} = 73\,000 \text{ руб.}$$

20% этой кубатуры переваливается вторично; так как эта земля уже отделена от грунта, стоимость на 1 м³ считаем по грунту II категории:

$$200\,000 \times 0,9 \times 0,2 \times 0,222 \text{ руб.} = 7\,640 \text{ руб.}$$

10% всей кубатуры должны быть дочищены вручную, т. е. тачками с дальностью возки до 20 м:

$$200\,000 \times 0,1 \times 1,376 \text{ руб.} = 27\,500 \text{ руб.}$$

Полная стоимость работ по возведению насыпей и выемок составит:

$$40\,500 + 73\,000 + 7\,640 + 2\,750 = 148\,640 \text{ руб.}$$

Стоимость одного профильного кубометра:

$$\frac{148\,640}{300\,000} = 0,495 \text{ руб.}$$

При механизации рытья и поперечного перемещения земли денежная экономия, несмотря на обилие кавальерных работ, составляет 41%.

Средняя производительность одного рабочего составляет в смену около 60 профильных кубометров.

ГЛАВА III

МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ПОСТРОЙКЕ МОСТОВ ЛЕСОВОЗНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

1. Механизация подачи материалов

Лесовозные дороги по сравнению с дорогами общей сети эксплуатируются очень недолго. Поэтому мосты на лесовозных дорогах нужно сооружать самых упрощенных и дешевых типов.

Для постройки мостов преимущественно применяют дерево (сосну или лиственницу). Опоры в основном применяют лежне-

вые, и лишь там, где установка их по условиям грунта невозможна, свайные.

Практика строительства лесовозных дорог 1937 г. показала, что сооружение мостов длиной более 30 м представляет обычное явление, поэтому мы рассмотрим именно этот случай.

При постройке простого деревянного моста длиной более 30 м подача для укладки отдельных бревен, обработанных на берегу, представляет трудоемкую операцию.

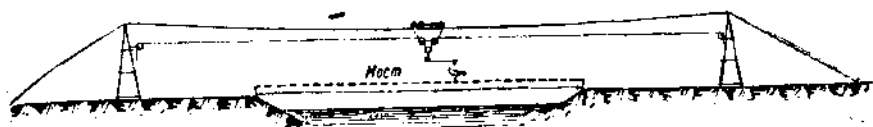


Рис. 16. Схема установки кабельного крана при постройке моста

Для механизации подачи материалов при постройке моста рациональнее всего применять кабельный кран, состоящий из опор или мачт и несущего каната.

Опоры или мачты располагаются на обоих берегах реки, по оси сооружаемого моста. Расстояние между опорами должно равняться длине моста с добавлением на каждом берегу по 40—50 м для площадок, на которых готовят материалы. Например, расстояние между опорами крана при постройке моста длиной 100 м составит 180—200 м (рис. 16).

При постройке более длинных мостов, чтобы значительно не увеличивать пролет крана, можно уменьшить размеры площадок, а материал готовить в другом месте и доставлять по наземным путям под ось несущего каната.

Опоры должны иметь размеры, достаточные для восприятия тех значительных усилий, которые передаются им несущим канатом.

Несущий канат представляет собою трос большого диаметра, свитый из толстых стальных проволок. Сечение несущего каната изображено на рис. 17. Проволока для несущих канатов изготавливается из тигельной стали с временным сопротивлением разрыву 90—130 кг/мм².

Основное неудобство несущего каната — его малая гибкость, вследствие чего при перевозках его приходится навивать на барабаны очень больших диаметров.

Несущий канат, прикрепленный за концы к вершинам опор, под действием собственного веса и груза (к нему подвешена „кошка“ — тележка с подаваемыми тяжестями) принимает в пространстве очертание, приближающееся к параболе. При этом образуется некоторый провес, характеризуемый „стрелой провеса“.

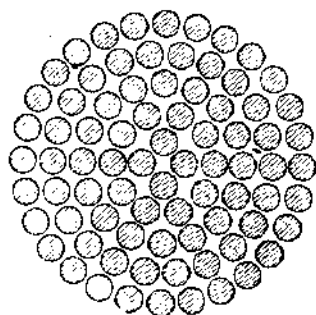


Рис. 17. Сечение несущего каната

При предварительных расчетах горизонтальных напряжений в местах закрепления канатов у опор можно пользоваться уравнением¹, выведенным из соотношений моментов сил, действующих на канат (рис. 18):

$$H = \frac{q l^2}{8} + \frac{Q l}{4f} \quad (8)$$

В этом уравнении:

H — горизонтальное напряжение, передаваемое опорам;

q — вес 1 пог. м несущего каната;

Q — вес кошки с грузом;

l — пролет каната (крана);

f — стрела провеса несущего каната.

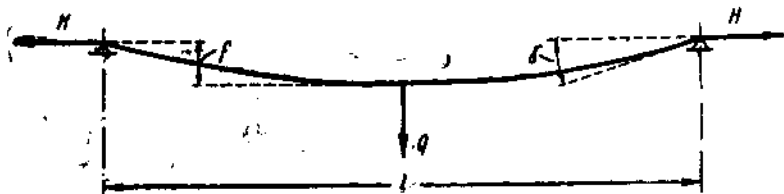


Рис. 18. Схема несущего каната в пролете

В предварительных расчетах обычно задаются весом каната и величиной стрелы провеса. Остальные данные берутся из задания.

Определим по выражению (8) разрывающее усилие H , а по нему размеры каната; проверим напряжение в нем по формуле сложного сопротивления (изгиб и растяжение):

$$\sigma_{\max} = \frac{H}{F} + \frac{Q}{m} \sqrt{\frac{\Delta E}{HF}} \quad (9)$$

$\sigma_{\max}$ — суммарное напряжение от изгиба и растяжения в кг/мм²;

Δ — поправочный коэффициент, принимаемый при крутке в одну сторону равным 0,5 и при крутке в разные стороны (восьмерками) 1,0;

E — модуль упругости стальных проволок, равный 20 000 кг/мм²;

m — число колес кошки.

Запас прочности (n) принимается в пределах от 2,5 до 3,5.

Главную нагрузку опоры кабельного крана составляет горизонтальное усилие каната H , приложенное к вершине опоры. Под влиянием этого усилия в элементах опоры кабельного крана возникают напряжения, передаваемые также и на грунт. Опоры кабельного крана приходится возводить из имеющегося на месте материала, поэтому необходимо рассмотреть возможные варианты опор.

¹ По этому уравнению натяжение каната определяется в том случае, если обе точки закрепления концов каната находятся на одном уровне.

Представим себе, что опорой кабельного крана служит вертикальная стойка (рис. 19,а), к вершине которой закреплен канат, создающий горизонтальное напряжение H . С противоположной стороны стойки удерживаются тросовыми вантами.

Разлагая силу H на две составляющих: одну, сжимающую, по направлению стойки и вторую, растягивающую, по направлению ванты, видим, что чем больше угол α , образуемый направлениями стойки и ванты, тем меньше сжимающая сила, приложенная к вертикальной стойке.

Опора (рис. 19,б) представляет собою деревянную вертикальную стойку, подпертую со стороны пролета наклонным подкосом. В этом случае подкос сжат, а вертикальная стойка растянута.

При вантовом варианте сжимающие усилия, действующие на стойку, меньше, чем сжимающие усилия, действующие на подкос в подкосном варианте, если угол α выбран достаточно большим.

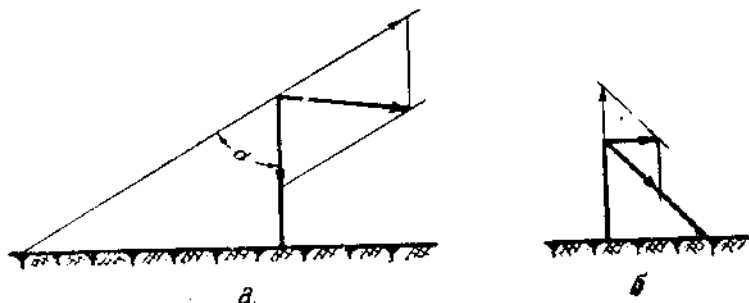


Рис. 19. Разновидности опор кабельного крана:
а—вертикальная опора с растяжками; б—деревянная треугольная опора

Отсюда можно сделать вывод, что опоры кабельного крана следует выполнять по первому варианту в тех случаях, когда это возможно по условиям местности. Если же установить пологие ванты нельзя, приходится применять опоры с подкосами.

При постройке мостов на лесовозной дороге следует применять вантовые опоры. Ванты дают возможность сообщать вертикальным стойкам опор сравнительно небольшие усилия. Этим облегчается устройство самих опор и их оснований.

При определении высоты опор кабельного крана нужно руководствоваться следующими соображениями. Для удобства работ на мосту его высшая точка должна быть ниже крюка кошки примерно на 2 м; высота кошки составляет около 2 м, стрела провеса несущего каната берется обычно равной 5% пролета.

По этим соображениям точки закрепления несущего каната к вершинам опор должны быть выше красной отметки моста на величину

$$h = 2 + 2 + 0,05l.$$

Рассмотрим конструкцию опоры кабельного крана при условии применения вантовых растяжек. Сначала определим усилия, дей-

ствующие на стойку опоры. При направлении вантовых растяжек под углом 60° сжимающее стойку усилие будет равно величине $H \lg (90 - \alpha)$, т. е. в нашем случае $18\,000 \lg 30^\circ = 10\,400$ кг.

Усилие, действующее на растяжки,

$$R = \frac{H}{\cos (90 - \alpha)} = \frac{18\,000}{0,866} = 20\,800 \text{ кг}$$

и может быть воспринято четырьмя растяжками (на каждую 5500 кг).

Принимаем для растяжек канат диаметром 20 мм с сопротивлением разрыву 23 600 кг при временном сопротивлении 110 кг/мм².

Концы вантовых растяжек должны быть закреплены к горизонтальным бревнам, зарытым на глубину 2 м (рис. 20). Бревна, кроме того, поддерживаются 4—6 боковыми сваями.

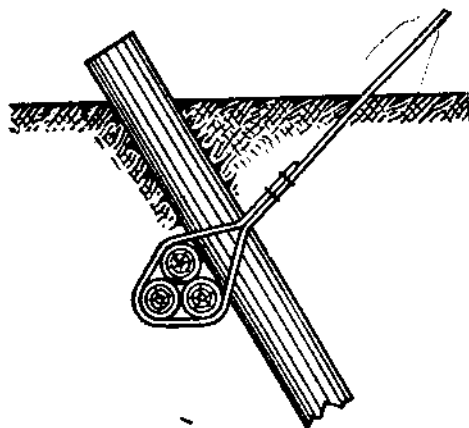


Рис. 20. Закрепление в землю конца вантовой растяжки

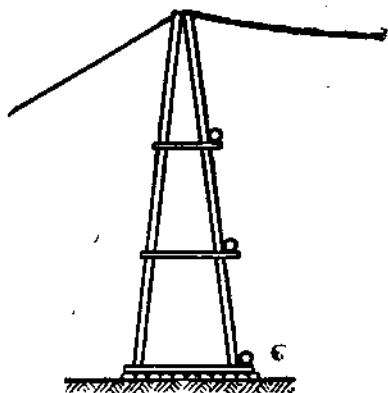
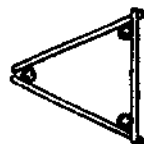


Рис. 21. Стойка вантовой опоры



Стойка опоры проще всего может быть выполнена в виде треноги, опирающейся на настил из пластин (рис. 21). Площадь настила должна быть выбрана так, чтобы давление на грунт не превышало 1—1,5 кг/см².

Кошка (рис. 22) кабельного крана представляет собою тележку, несущую на себе крюк для подъема тяжестей.

Для улучшения условий работы несущего каната кошку следует делать на четырех колесах.

Двухребордные колеса соединены попарно каретками, которые шарнирно крепятся к щекам кошки. При таком креплении ходовые колеса принимают любое положение и приспосабливаются к

положению каната, чем достигается равномерное распределение общей нагрузки на канат. Щеки кошки опускаются по обе стороны несущего каната, и к ним укреплены направляющие блоки подъемного каната. Одним концом канат крепится к одной из опорных башен, а другим навивается на барабан лебедки, установленной у другой башни. К щекам крепится также тяговый канат, при помощи которого кошка перемещается по несущему канату.

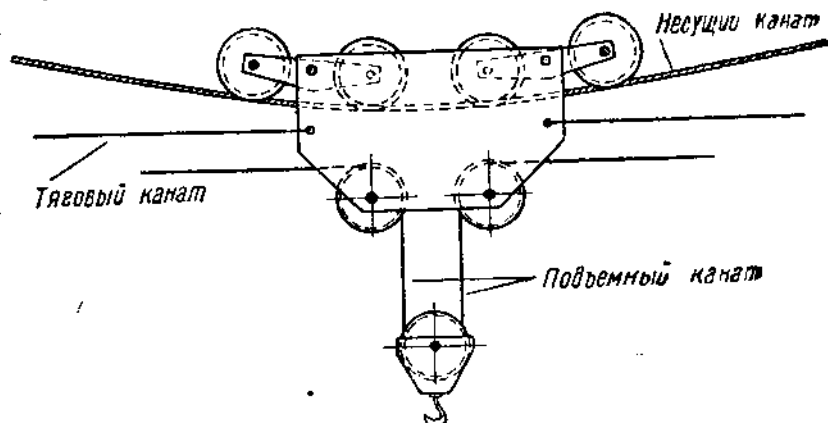


Рис. 22. Схема кошки кабельного крана

Тяговый и подъемный канаты в отличие от несущего должны быть гибкими, чтобы их можно было наматывать на барабаны малых диаметров и огибать ими сравнительно небольшие блоки.

Чтобы стальные канаты были гибкими, их делают из тонких проволок (0,3—1,2 мм), которые свивают в шесть прядей; в середину каната вплетают пеньковую сердцевину (рис. 23).

Для правильного режима эксплуатации каната диаметр барабана или блока, на который навивается канат, должен быть больше диаметра проволоки, из которой свит канат, не менее чем в 500 раз.

В обычной практике применяют тяговые канаты из более толстой проволоки (1—1,2 мм), а подъемные из самой тонкой (0,6—0,8 мм).

Размеры подъемных и тяговых канатов могут быть подобраны по таблицам, имеющимся в „Справочнике по стальным канатам“ Амитина.

Тяговый канат, представляющий собою замкнутую петлю, идет от кошки под несущим канатом, огибает у второй мачты два неподвижных блока и блок с противовесом, возвращается к первой мачте, огибает верхний блок, спускается к тяговому органу лебедки, где образует нужное число витков, снова поднимается через блок и возвращается к кошке (рис. 24). Вращая блоки

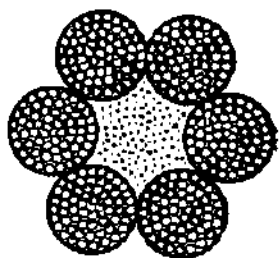


Рис. 23. Сечение стального каната с пеньковой сердцевиной

тягового органа лебедки в ту или другую сторону, можно двигать кошку по канату вперед и назад. Обычно кошка движется по канату со скоростью 2—2,5 м/сек.

Предположим, что груз находится у первой так называемой машинной башни и его нужно передать на другой берег ко второй мачте.

Из рис. 18 видно, что кошка вследствие провеса несущего каната сначала будет идти по спуску до точки, где она достигает нижнего положения. Затем она начнет подниматься по канату; этот подъем будет увеличиваться по мере приближения груза ко второй опоре. Предельный подъем пути, по которому движется

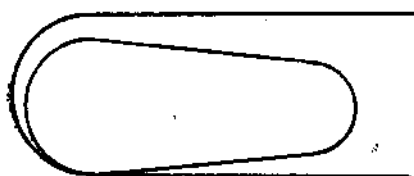


Рис. 24. Схема ведущей петли тягового каната

кошка, вблизи башни характеризуется углом γ (угол между воздушной линией, соединяющей точки крепления несущего каната, и касательной, проведенной к канату у точки закрепления). При подъеме по канату, расположенному наклонно под углом γ , тяговое усилие тягового каната достигает наибольшего значения;

по этому усилию следует определять размеры тягового каната и мощность, потребную для перемещения кошки.

В нашем случае — при расположении опор несущего каната на одной горизонтали — величина угла γ определится уравнением:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{l - 2x}{2H} \left(\frac{Q}{l} + q \right). \quad (10)$$

В этом уравнении x — расстояние груза от второй опоры (правой), остальные величины — из предыдущих уравнений.

Определив наклон пути, по которому движется кошка при подходе к опоре, можно вычислить величину тягового усилия T_r по уравнению

$$T_r = Q \left(\cos \gamma \frac{k + fr}{R} + \sin \gamma \right), \quad (11)$$

где:

f — коэффициент трения в осях кошки (при применении шариковых подшипников $f = 0,004$, при простых подшипниках с жировой смазкой $f = 0,10$);

k — коэффициент трения второго рода (обычно $k = 0,5$ мм);

r — радиус оси бегунка кошки в мм;

R — радиус бегунка кошки в мм.

Определим для нашего примера тяговое усилие кошки кабельного крана, находящейся в 10 м от второй опоры ($x = 10$):

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma &= \frac{l - 2x}{2H} \left(\frac{Q}{l} + q \right) = \frac{200 - 2 \times 10}{2 \times 18000} \left(\frac{3000}{200} + 6 \right) = \\ &= \frac{180 \times 21}{36000} = 0,105. \end{aligned}$$

Зная $\operatorname{tg} \gamma$, находим значения остальных элементов: $\angle \gamma = 6^\circ$; $\cos \gamma = 0,995$; $\sin \gamma = 0,1045$.

Примем радиус оси бегунка $r = 15$ мм, радиус бегунка (по кругу катания) $R = 150$ м и предположим, что у колес кошки простые подшипники.

Зная все нужные величины, определим тяговое усилие для перемещения кошки по уравнению (11):

$$T_r = Q \left(\cos \gamma \frac{k + fr}{R} + \sin \gamma \right) = 3\,000 \left(0,995 \frac{0,5 + 0,10 \times 15}{150} + 0,1045 \right) = 3\,000 (0,0043 + 0,1045) = 330 \text{ кг.}$$

Потребная мощность для перемещения кошки при скорости $v = 2$ м/сек. и коэффициенте полезного действия лебедки $\eta = 0,75$ будет:

$$N_r = \frac{T_r v}{75} = \frac{330 \times 2}{75 \times 0,75} \cong 12 \text{ л. с.}$$

Тяговый канат должен быть подобран по полученному тяговому усилию с соответствующим запасом прочности и учетом сопротивлений на трех блоках, огибаемых канатом лебедки.

Подъемный канат (рис. 22) крепится одним концом ко второй опоре, проходит через блок кошки, огибает блок крюка, а затем второй блок кошки и через блок у машинной башни направляется к барабану лебедки, производящему подъем и опускание груза.

Такой способ подвешивания каната удобен потому, что крюк почти не меняет своего положения в пространстве при любом положении кошки в пролете кабельного крана.

Груз, подцепленный крюком, подвешен на блоке, который висит на двух канатах. Поэтому усилие, воспринимаемое подъемным канатом

$$R = \frac{0,5 Q'}{\eta},$$

где Q' — вес груза и крюка (без кошки). В нашем случае можно принять $Q' = 2\,000$ кг, так как остальной груз приходится на кошку и на вес перемещаемых ею канатов; коэффициент полезного действия блока $\eta = 0,96$.

Имея эти данные, получаем

$$R = \frac{0,5 \times 2\,000}{0,96} = 1\,040 \text{ кг.}$$

При запасе прочности $n = 6$ разрывной груз каната составит $6R = 6\,250$ кг.

Зная разрывной груз, подбираем канат по таблице (приложение 7).

Мощность, необходимая для подъема груза, зависит от скорости подъема груза. Принимая скорость подъема груза

$v = 0,5$ м/сек., получим при двойном подвешивании блока крюка скорость подъемного каната $v = 1$ м/сек.; зная эту скорость, определим мощность, требуемую для подъема груза:

$$N_{\pi} = \frac{R v}{75\eta} = \frac{1040 \times 1,0}{75 \times 0,75} = 18,5 \text{ л. с.}$$

Итак, на подъем груза расходуется больше энергии, чем на передвижение кошки с грузом по канату. Эти операции одновременно не производятся. Поэтому мощность лебедки может быть взята соответственно мощности, необходимой для подъема груза.

Кабельный кран может работать не только днем, но и ночью, поэтому для освещения работ на мосту следует предусмотреть электрогенератор мощностью 5 квт.

Мощность двигателя, необходимая для приведения в движение лебедки кабелькрана и электрогенератора, составит:

$$N_{\Sigma} = 18 + \frac{5}{0,736} = 25 \text{ л. с.}$$

При этой мощности для кабелькрана можно применить двигатель трактора ХТЗ с газогенератором.

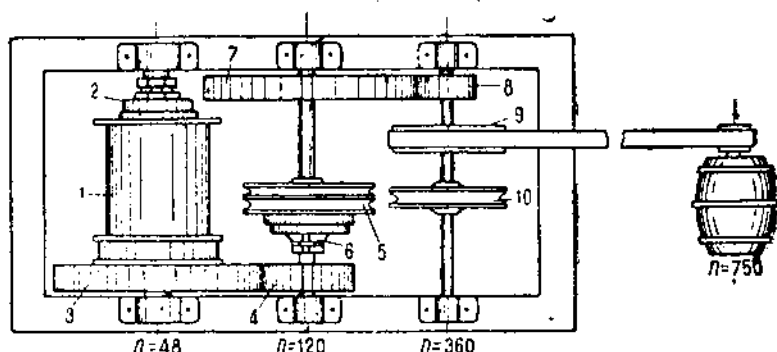


Рис. 25. Схема лебедки кабельного крана

Устройство лебедки (рис. 25) следующее: грузовой барабан 1 сидит на первом валу и имеет длину, достаточную для навивания грузового каната; барабан включается и выключается фрикционной муфтой 2 и снабжен тормозом.

На одном валу с барабаном имеется зубчатое колесо 3, приводимое в движение от шестерни 4, укрепленной на втором валу. На этом же валу свободно сидит двухжелобчатый шкив 5, который включается муфтой 6 и является ведущим для тягового каната. Зубчатое колесо 7 получает движение от шестерни 8, сидящей на третьем валу. На этом же валу посажен ременный шкив 9, получающий движение от привода.

Кроме шестерни 8 и шкива 9, на третьем валу между направ-

ляющими кольцами свободно сидит одножелобчатый шкив 10, необходимый для образования петли тягового каната.

Проходя через двухжелобчатый шкив 5, тяговый канат образует петлю. Шкив 5 является ведущим и направляющим для одножелобчатого шкива 10 (рис. 26).

Схема расположения канатов кабельного крана

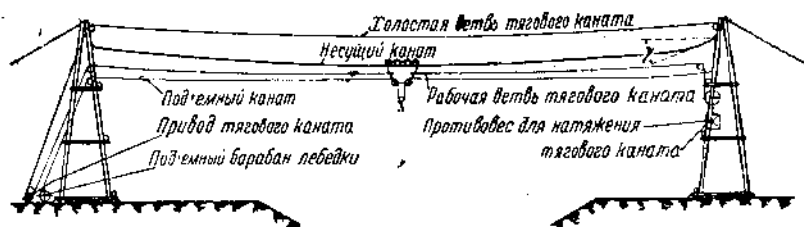


Рис. 26. Схема расположения канатов кабельного крана

Для увеличения трения желобки ведущего двухжелобчатого шкива футеруются небольшими обрезками кожи, закладываемыми поперек проточенного по шкиву трапециевидного жолоба (рис. 27).

Для того чтобы тяговый канат мог приводиться в движение ведущим шкивом, необходимо соблюдать условия, вытекающие из уравнения:

$$\frac{S_{нб}}{S_{сб}} = e^{\mu\alpha};$$

$$S_{нб} - S_{сб} = T_T. \quad (12)$$

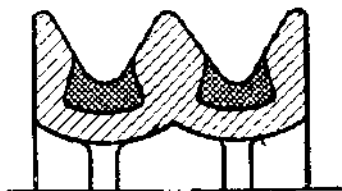


Рис. 27. Сечение ведущего шкива привода

В этом уравнении:

$S_{нб}$ — натяжение набегающей ветви каната;

$S_{сб}$ — натяжение сбегающей ветви каната;

e — основание натуральных логарифмов ($e = 2,718$);

μ — коэффициент трения каната по ободу шкива (при кожаной футеровке $\mu = 0,16$);

α — угол обхвата канатом ведущего шкива в радианах.

В нашем случае $\alpha = 2\pi$. При кожаной футеровке и угле обхвата $\alpha = 2$ величина $e^{\mu\alpha} = 2,72$.

Чтобы получить величину $S_{нб}$, к величине тягового усилия, необходимого для перемещения кошки, следует добавить величину первоначального натяжения S_0 и сопротивлений на пяти направляющих блоках. Принимая величину $S_{нб} = 220$ кг, получим:

$$S_{нб} = S_0 + T_T + 5 \times 0,04 T_T = S_0 + (1 + 0,20) T_T.$$

Для рассмотренного нами примера $S_{нб} = (220 + 330) \times 1,20 = 620$ кг.

Зная $S_{нб}$ и $e^{\mu\alpha}$, можем определить величину $S_{сб}$, т. е. величину натяжения каната на сбегающей ветви:

$$S_{сб} = \frac{S_{нб}}{e^{\mu\alpha}} = \frac{620}{2,72} = 230 \text{ кг.}$$

Необходимое натяжение сбегающей части каната лучше всего достигается устройством противовеса (рис. 24), точно регулирующего натяжение при всех положениях кошки.

Практически величина противовеса должна быть примерно на 20% больше полученной по расчету величины $S_{сб}$. Противовес представляет собой ящик, заполняемый камнем или песком. Сборка крана на месте работ особых трудностей не представляет.

Описанный кабельный кран может подавать грузы весом до 2 т, т. е. не только отдельные бревна, но и узлы конструкции, например рамные устои, собранные на берегу, бревенчатые пакеты и пр.

Ориентировочная стоимость кабельного крана (в рублях):

Оборудование для пролета 250 м:	
двигатель ХТЗ с газогенератором	10 000
лебедка	5 000
электрогенератор со щитом и электрооборудованием	5 000
кошка	2 000
канат несущий весом $250 \times 6 = 1 500$ кг; $1 500 \times 1,3$ руб.	1 950
канат подъемный весом $300 \times 0,5 = 150$ кг; $150 \times 1,5$ руб.	450
канат тяговый весом $600 \times 0,5 = 300$ кг; 300×2 руб.	600
канат для растяжек $30 \times 8 \times 1,3 = 315$ кг; 315×15 руб.	470
блоки и другие мелкие детали оснастки	1 500

Итого оборудование 27 970

Расходы на месте работ:

доставка оборудования 5% от его стоимости	1 400
монтаж оборудования 10% от его стоимости	2 800
деревянные мачты из расчета стоимости 250 руб. за 1 м ³ бревна в деле; $10 \text{ м}^3 \times 250$	2 500

Итого затраты на месте работ 6 700

Полная стоимость собранного кабелькрана 34 670

Стоимость эксплуатации крана в смену:

амортизация оборудования, считая срок службы 5 лет при работе в 2 смены, $\frac{27 970}{5 \times 200 \times 2}$	14
технический осмотр, ремонт и запчасти $14 \times 2,70$	37,8

Заработная плата:

механика	15 руб.
электромонтера	12 "
смазчика	10 "

Итого 37 руб.

Горючее и смазка:

бензин для пуска 7 кг	7
дрова для газогенератора из расчета 1,2 кг на силочас: $\frac{30 \times 1,2 \times 8}{600} = 0,5 \text{ м}^3$; $0,5 \times 30$ руб.	15
смазочные и обтирочные материалы	10

Итого горючее и смазка 32

Итого прямых расходов 120,8

Всего стоимость краносмены 150

2. Забивка свай и другие работы, связанные с постройкой мостов, и их механизация

При постройке балочных деревянных мостов приходится: а) отесывать бревна начисто; б) забивать сваи, в) увязывать бревна в конструкцию врубками; г) скреплять конструкцию болтами, просверливая для этого дыры глубиной до 700 мм.

Для механизации забивки свай и сверления дыр необходимо применять компрессор.

Для забивки свай сжатым воздухом можно применять бабу Арциша (рис. 28). Обычно эта баба работает паром, но практика показала, что для ее обслуживания вполне пригоден сжатый воздух. Обычно применяется баба Арциша весом 1—1,5 т. При работе сжатым воздухом последний передается от рес-

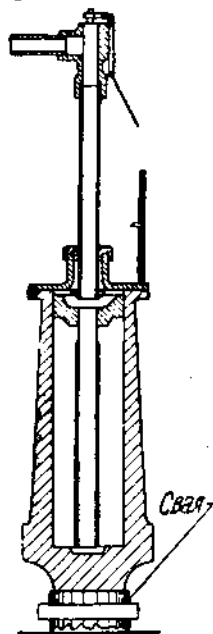


Рис. 28. Баба Арциша

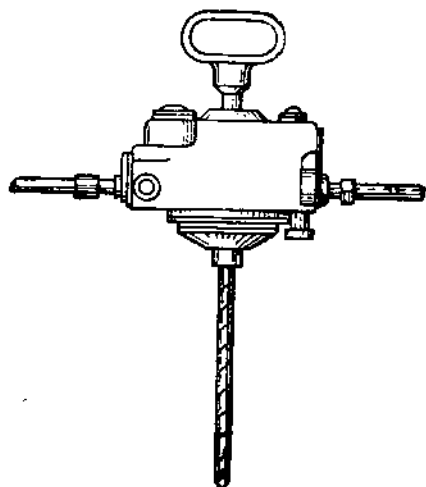


Рис. 29. Пневматическая сверлильная машина

сивера компрессора гибким шлангом с внутренним диаметром 40—50 мм. При значительной длине воздухопровод можно также выполнять из двухдюймовых газовых труб, а лишь в конце ставить гибкий шланг. Баба Арциша расходует 4—5 м³ сжатого воздуха в минуту.

В одну смену забивают 10—12 свай. Свайная бойка, как правило, должна производиться в три смены.

Для сверления дыр сжатым воздухом применяют пневматическую дрель завода „Пневматик“ (рис. 29).

Сверлильная машина сверлит дыры диаметром до 22 мм, расходуя в минуту 0,8—1 м³ воздуха. Сжатый воздух от ресивера компрессора к сверлилке подают по гибкому шлангу или трубе диаметром 13 мм.

На постройке моста следует иметь 2—3 сверлильных машины.

Определив общую потребность в пневматических инструментах и машинах, рассчитаем компрессор, необходимый для обслуживания всего оборудования. Для бабы Арциша требуется 5—6 м³ и для дрелей 4—8 м³ сжатого воздуха, т. е. всего 14 м³.

Учитывая утечку в воздухопроводе около 10%, вводя коэффициент одновременности действия механизмов $\eta = 0,7$, получаем объем воздуха, необходимый для обслуживания мостовых работ:

$$v = 14 \times 1,10 \times 0,7 = 10 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Пока советские заводы не изготавливают компрессоров с такой производительностью. Тип КН-64, изготавливаемый заводом „Компрессор“, горизонтальный, двухступенчатый со следующей характеристикой: давление до 8 ат, количество воздуха 14 м³/мин., вес нетто 5300 кг, потребная мощность 110 л. с.

В качестве двигателя для этого компрессора может быть использован двухтактный дизель З-РК-30 завода „Русский дизель“ мощностью 150 л. с. (на газогенераторе 110 л. с.). Вес этого дизеля 9,5 т.

При таком весе основных агрегатов вся установка с ресивером и пр. весит 20 т. Чтобы ее можно было передвигать по бездорожью, она должна быть смонтирована на гусеничном ходу, с места на место ее может переводить на буксире трактор „сталинец“.

Некоторый запас мощности нельзя считать недостатком, так как он даст возможность увеличить количество рабочих единиц, например добавить второй копер и ускорить работу.

ГЛАВА IV

МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО УКЛАДКЕ ПУТИ

1. Особенности режима верхнего строения лесовозных дорог

Основная особенность режима верхнего строения лесовозных дорог — его подвижность. Как известно, только сравнительно небольшая часть пути, так называемая лесовозная магистраль, лежит на месте в течение всего срока эксплуатации лесного массива (от 9 до 30 лет); ветки обычно существуют 2—3 года, а усы перекадываются иногда даже по несколько раз в году.

По наметкам Наркомлеса в третьем пятилетии предусмотрено значительно сократить расстояние между усами, чтобы уменьшить расстояние трелевки. В связи с этим усы придется перекадывать значительно более часто, чем это практиковалось до настоящего времени.

Если при перекадке путей на усах каждый раз расширять пути, что сопряжено с выдергиванием костылей, собирать и погружать все мелкое имущество, затем перевозить его на новое место, вновь укладывать рельсы, забивать костыли и т. д., то для этого потребуется много рабочей силы. Кроме того, повторная забивка костылей неизбежно ведет к порче

шпал. На перекладку путей при существующем способе затрачивается также большое количество древесины на шпалы.

Все это говорит о том, что необходимо перейти на совершенно иной метод укладки верхнего строения.

2. Укладка пути звеньями

Прежде всего нужно отказаться от костылей и крепить рельсы к шпалам шурупами (рис. 30). Способ этот не новый и уже постепенно внедряется на наших железных дорогах. Шуруп, ввинчиваемый в тело шпалы и создающий натяг при помощи своей резьбы, крепит рельс значительно прочнее, чем костыль.

Кроме шурупов, крепить рельс к шпалам можно и самыми простыми торговыми или черными болтами (рис. 31).

На магистральных путях, которые лежат без перекладки в течение всего срока эксплуатации, можно применять обычное костыльное крепление, более простое и дешевое. На ветках же и особенно на часто переносимых усах значительно целесообразнее применять шурупы или болты.



Рис. 30. Шуруп для крепления рельсов к шпалам

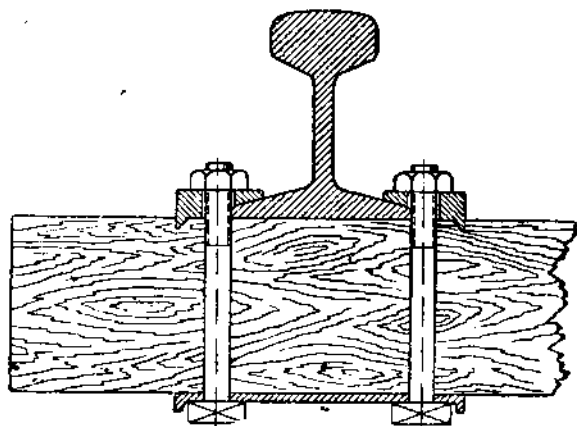


Рис. 31. Крепление рельсов к шпалам болтами с фасонными шайбами

Крепление болтами или шурупами имеет ряд преимуществ: оно дает плотное соединение рельсов со шпалами, которое позволяет совершенно изменить метод перекладки путей на усах и перейти на разборку путей и укладку звеньями. Эти операции из-за значительного веса звеньев следует выполнять при помощи кранов. При таком способе процесс разборки и перекладки рельсового пути во много раз упростится.

3. Заготовка звеньев

Прибывающие рельсы обычно разгружаются у станции примыкания, в начале головного участка строительства новой линии. Сюда же доставляют и шпалы.

В этом пункте следует сосредоточить сборку звеньев, соорудив рабочую площадку на специально построенном для этой цели тупике.

На лесовозных дорогах нормальной колеи применяют рельс типа П-А весом 38,5 кг в 1 пог. м и длиной 12,5 м; следовательно, вес двух рельсов, составляющих одно звено, будет равен $38,5 \times 2 \times 12,5 = 963$ кг.

На 1 км пути при пользовании паровозами Эу укладывают 1 600 шпал, следовательно, на 12,5-метровом звене их требуется

$$\frac{1\,600 \times 12,5}{1\,000} = 20 \text{ шт.}$$

Шпала весит 50 кг, следовательно, вес шпал, входящих в звено, будет $20 \times 50 = 1\,000$ кг.

Для крепления рельсов потребуются $20 \times 4 = 80$ болтов весом по 0,45 кг. Вес болтов с шайбами $80 \times 0,45 = 36$ кг. Кроме того, на двух стыковых шпалах потребуются четыре подкладки весом по 3,39 кг, а всего $4 \times 3,39 = 14$ кг.

Таким образом, полный вес звена составит 2 013 кг.

Вес шпал зависит от их влажности, поэтому вес звена можно с округлением принимать равным 2,5 т.

При высоте рельса П-А 135 мм и средней высоте шпалы 140 мм высота звена будет равна 0,27 м.

4. Укладочный поезд

По условиям габарита подвижного состава на один сцеп (две двухосные платформы) можно погрузить 10 звеньев, т. е. $12,5 \times 10 = 125$ м пути.

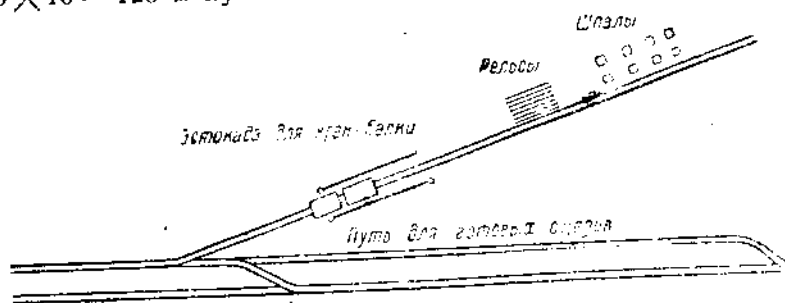


Рис. 32. Схема звеноукладочного двора

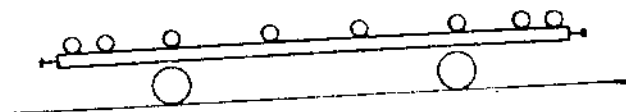
Для погрузки звеньев на специальном тупике над местом сборки устанавливают козлы с трехтонными таями. Когда звено собрано, его поднимают таями, подкатывают под него сцеп, на который опускают звено. После этого сцеп откатывают, собирают новое звено и т. д. Полностью нагруженные сцепы отводят мотовозом на запасный путь.

Вместо неподвижных козел лучше построить эстакаду на протяжении 20 м по обе стороны пути и пустить по ней кранбалку с таями (рис. 32). Это сэкономит время по укладке звеньев на сцепы.

На платформах для погрузки на них звеньев следует установить ролики, по которым пакеты звеньев на месте укладки перемещаются вдоль поезда (см. ниже). На полу каждой платформы необходимо установить 8 пар роликов (рис. 33), смонтированных парами на специальных плитах.

Для укладки готовых звеньев в путь на дорогах общего пользования применяется путеукладчик Платова. Этим путеукладчиком можно укладывать до 6 км пути в смену. При незначительных скоростях укладки применение путеукладчика Платова нерентабельно. Основная характеристика путеукладчика Платова приведена в „Единых нормах на укладку пути“, изд. НКПС на 1934 г.

а Схема платформы



б Деталь ролика

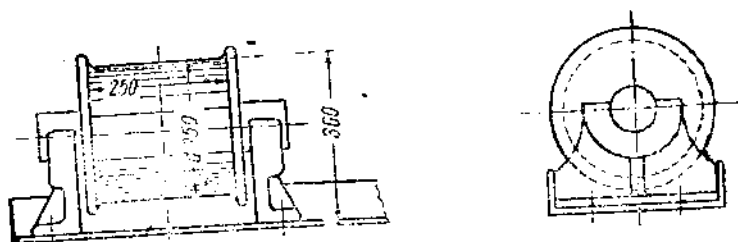


Рис. 33. Платформа для погрузки звеньев;
а — схема платформы; б — деталь ролика

Для перекладки пути можно использовать полноповоротный кран „январец“ на железнодорожном ходу (рис. 34, стр. 52).

Двигателем этого крана служит паровая машина мощностью около 50—60 л. с. (в зависимости от топлива). Грузоподъемность крана 6 т на высоте 4,5 м и 2 т на высоте 10,5 м, скорость подъема $v_n = 14,1$ м/мин., или 0,23 м/сек., поворот стрелы 2 об/мин., скорость самоходного передвижения крана 3 км/час, или 0,83 м/сек. Вес крана с контргрузами 35 000 кг. Цена 58 тыс. руб. При работе в качестве тягача кран развивает тяговое усилие по сцеплению $\frac{35\,000}{48} = 7\,300$ кг. Вес поезда, передви-

гаемого краном при подъеме $i = 0,015$, равен

$$\frac{7\,300}{(0,004 + 0,015)} - 35 = 350 \text{ т.}$$

При погрузке звеньев на сцены, состоящие из обычных двухосных платформ, вес одного сцепа составляет 39 тонн (вес двух платформ $2 \times 7 = 14$ т; вес десяти звеньев $10 \times 2,5 = 25$ т).

При длине рельса 12,5 м на одном сцепе помещается 125 м пути. Следовательно, 1 км пути должен быть уложен на 8 сцепах, и полный вес поезда с укладочным материалом на 1 км пути составит $39 \times 8 = 312$ т.

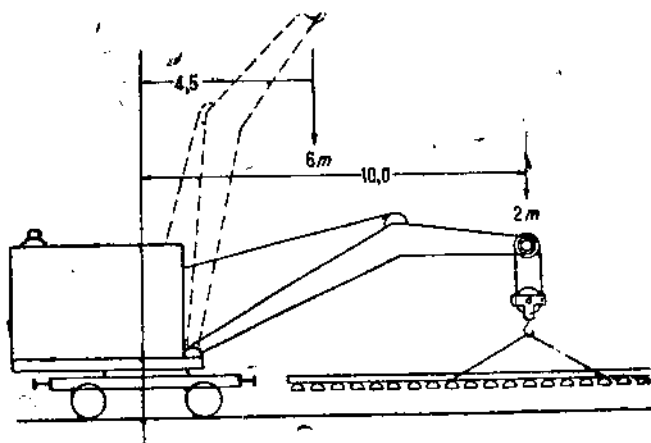


Рис. 34. Схематический вид крана «январец»

При подаче для укладки материала на 1 км пути кран «январец» может не только разгружать платформы, но и по мере укладки передвигать их всем составом вперед.

Укладка пути при помощи крана «январец» производится следующим образом (рис. 35).

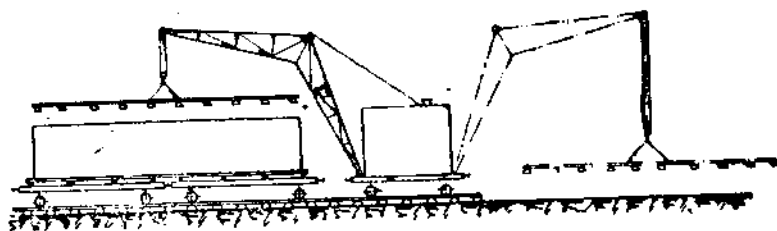


Рис. 35. Укладка звеньев при помощи крана «январец» на железнодорожном ходу

Паровоз подает к месту укладки состав из восьми груженных звеньями сцепов, ставит его на последнее уложенное звено и уходит. В голове состава находится кран «январец», который после ухода паровоза передвигает вперед весь состав. Кран, стоящий в голове поезда, подхватывает на крюк переднее верхнее звено, поворачивает стрелу на 180° и укладывает звено в путь. После этого кран с передним сцепом перемещается вперед на 12,5 м (одно звено), укладывает в путь следующее звено и повторяет эти операции, пока не разгрузит весь первый сцеп.

К моменту разгрузки первого сцепа кран с передним сцепом пройдет расстояние 125 м от укладочного поезда. Теперь необ-

ходимо переместить пакеты со звеньями со сцепа, стоящего в составе вторым, на первый сцеп. Для этого кран отходит на два звена назад вместе со всем составом, прицепляет трос одним концом к пакету, а вторым к своему крюку, передвигается вперед и своим тяговым усилием надвигает пакет звеньев со второго сцепа на первый, с третьего на второй, с четвертого на третий и т. д. Тяговое усилие крана как тягача составляет 7 500 кг, а тяговое усилие, необходимое для перемещения пакета звеньев, примерно $25\,000 \times 0,05 = 1\,250$ кг.

Отсюда следует, что кран в состоянии передвинуть по составу до пяти пакетов одновременно.

После того как пакет подан на головной сцеп, укладка продолжается до тех пор, пока не будут уложены на места все звенья, находящиеся на укладочном составе. К этому моменту подается следующий груженный состав, производится передвижка поданных пакетов на освободившиеся сцепы, и укладка продолжается в том же порядке, а паровоз с порожними платформами отправляется за новым составом.

Определим продолжительность рабочего цикла крана (в секундах):

Опускание крюка в среднем на 2 м	$\frac{2}{0,23} = 8$	
Зацепка строп к крюку крана		30
Поворот стрелы крана на 180°		15
Опускание крюка на 4 м с регулировкой		40
Подъем крюка и обратный поворот стрелы (одновременно)		15
Перемещение крана со сцепом на длину 12,5 м	$\frac{12,5}{0,83} = 15$	
Итого . . .		124

После десятикратного повторения этого цикла кран должен перетащить пакет со звеньями, на что потребуется следующее количество времени (в секундах):

Возвращение крана к составу (125:0,15)	150
Сцепка состава, отцепка крана и зацепка троса	60
Продвижение пакета со сцепа на сцеп (15:0,83)	18
Отцепка троса	40
Возвращение крана к составу (15:0,83)	18
Сцепка крана с составом	30
Передвижение поезда на переднее звено	150
Итого	466

Итак, для операции с одним сцепом (10 звеньев 125 м пути) потребуется $124 \times 10 + 466 = 1\,706$ сек.

Полная производительность крана за рабочую смену, считая потерю 10 мин. на передвижку пакетов с состава на состав, будет:

$$\frac{(480-10) 60}{1\,706} 0,125 \cong 2 \text{ км.}$$

5. Экономика работ по укладке пути звеньями

Вся работа по укладке состоит из следующих операций: а) подготовки укладочного материала (заготовка звеньев), б) транспорта собранных звеньев к месту укладки, в) укладки звеньев на полотно железнодорожной линии, г) черного ремонта пути.

Сравним укладку пути из готовых звеньев с обычной ручной укладкой. Сопоставим лишь те элементы работ, которые между собой различны, т. е. операции „а“, „б“ и „в“ (черный ремонт во всех случаях требует одного и того же количества рабочих).

Рассмотрим сначала затрату рабочей силы на заготовку звеньев на базе. Эти затраты подсчитаны только для звеньев, скрепляемых болтами (табл. 3).

Таблица 3

Наименование операции	Расход рабочей силы по Е. Н. В. 1936 г. в чел.-миг.	
	на костылях	на болтах
Погрузка двух рельсов на путевую вагонетку 10 рабочими с полновской на расстояние 20 м (§ 69): $\frac{26,1}{100} \times 2 \times 60$	31	31
Прогон вагонетки на 100 м порожнем и обратно с грузом, с проходом 10 человек: $\frac{200}{60} \times 10$	33	33
Погрузка на вагонетки двумя рабочими, 20 шпал с подноской на расстояние до 20 м: $1,5 \times 20 \times 2$	60	60
Прогон вагонетки туда и обратно на расстояние 100 м с проходом 2 человек: $\frac{200}{60} \times 2$	7	7
Раскладка шпал по шаблону; с вагонетки шпалы снимают двое рабочих (§ 17 и 18): $0,02 \times 20 \times 60$	24	24
Укладка на шпалы двух рельсов по шаблону (§ 21): $\frac{4,3}{10} \times 2,60$	51	51
Забивка 120 костылей пневматическими молотками (§ 9): $\frac{6}{1000} \times 120 \times 60 \times 3$	51	—
Сверление пневматическим или электрическим сверлом 80 дыр и установка 80 болтов (§ 92 Е.Н.В.): $0,15 \times 8 \times 60 \times 1,85$	—	183
Итого на звено . . .	257	339

Следовательно, при заготовке звеньев длиной 12,5 м расход рабочей силы на 1 км пути составит:

$$\text{на костылях} \quad \frac{257 \times 1000}{60 \times 8 \times 12,5} = 43 \text{ человекодня,}$$

$$\text{на болтах} \quad \frac{339 \times 1000}{60 \times 8 \times 12,5} = 56 \text{ человекодней.}$$

6. Погрузка звеньев на состав и укладка их в путь

При погрузке звеньев кранбалкой требуются трое рабочих: один при кранбалке, один на застропке и один на отцепке крюка (на платформе).

При 30 операциях в час и 80 звеньях в 1 км пути на погрузку 1 км звеньев требуется

$$\frac{3 \times 80}{30} = 8 \text{ человекодней.}$$

По § 5 сметного справочника НКПС (стр. 269) для погрузки рельсов, креплений и шпал на 1 км пути вручную требуется 15 человекодней.

На месте укладки пути работают 15 человек: мастер по укладке, крановой механик, кондуктор-цепщик, двое на сцепе (на застропке звеньев), двое на пологне (направление укладываемого звена и снятие стропов), восемь на подноске накладок и болтов и сбаливании стыков (по нормам сметного справочника НКПС, стр. 260, § 1).

При укладке 2 км в смену на 1 км требуется 7 человекодней.

При укладке магистральных путей краном „январец“ требуется для заготовки звеньев 40 чел., для их погрузки 8 чел., для укладки звеньев краном „январец“ 7 чел., т. е. всего на 1 км пути без планировки, рихтовки и черного ремонта 55 чел.

При погрузке шпал и рельсов и укладке вручную с развозкой их по полотну тракторами согласно тому же сметному справочнику НКПС (§ 5) на 1 км пути без планировки, рихтовки и черного ремонта требуется 66,6 человекодня.

Из приведенных данных видно, что при укладке постоянных путей звеньями с помощью крана „январец“ экономия в рабочей силе составит (при соединении костылями) 17,5%.

Рассмотрим, какая экономия получится при укладке и разборке переносных усов при работе с готовыми звеньями по сравнению с производством тех же работ вручную.

По данным сметного справочника НКПС (разд. III, § 15), для разборки 1 км пути требуется 31,3 человекодня. Если предположить, что срок службы шпалы 5 лет и усы переносят четыре раза в год, то за пятилетний период понадобится 20 переукладок пути.

Сравним затрату рабочей силы при производстве этих операций звеньями с помощью крана и вручную (табл. 4).

О п е р а ц и и	Затрата рабочей силы в чел.-днях	
	при звенье- вой укладке	при ручной укладке
Изготовление звеньев со скреплением болтами . . .	56	—
Погрузка укладочного материала и укладка пути (15 × 20; 66,6 × 20)	300	—
Разборка пути 10 раз	—	1335
При разборке звеньев краном (по аналогии с ук- ладкой по способу Платова) принимаем, что в связи с отрывом звеньев от балласта снятие их с пути идет на 25% медленнее, чем укладка (7 × 1,25 × 20)	175	—
При разборке звеньев вручную 31,3 × 20	—	626
Итого	531	1961
В %	27	100

Таким образом, при звеньевом способе укладки переносных усов экономия в рабочей силе достигает 73%.

Принципиальной разницы в укладке путей узкой и широкой колеи нет; так же должны быть изготовлены звенья и так же должна быть организована механизация разгрузки укладочных поездов с укладкой на полотно готовых звеньев.

На узкоколейных дорогах в основном укладываются рельсы весом 14,72 кг в 1 пог. м, длиной 8 м. На одно звено приходится 14 шпал. Вес одного собранного звена составляет около 650 кг.

На заготовку звеньев на 1 км пути требуется около 40 человеко-дней.

Для укладки пути необходима бригада в 12 чел., которая может уложить путеукладчиком до 1,5 км в смену.

Путеукладчик для дорог узкой колеи разработан ЦНИИМЭ.

7. Организация укладочного городка

При постройке больших магистралей в пустынной местности укладочный городок иногда уходит на значительные расстояния от начала постройки. Поэтому городок должен быть оборудован так, чтобы рабочим путеукладочной колонны были созданы нормальные бытовые условия. При укладке же лесовозных дорог, когда протяжение дороги редко превышает 100 км, состав укладочного городка может быть значительно уменьшен.

Городок располагается на том же пути, который нужно укладывать дальше; это мешает подаче материала к месту работ. Поэтому при обычном методе работ приходится ежедневно производить сложные и длинные маневры, сильно задерживающие укладку. При переходе на укладку готовых звеньев положение еще более усложняется, так как готовые звенья непосредственно с переднего сцепа укладываются в путь.

При этом способе работ, если городок находится на рельсах, его приходится убирать на разъезд, на что то всеми промежу-

точными операциями (сцепка, отцепка, перевод стрелок, проход и пр.) должно уйти около 1,5 часа.

Единственно правильным изменением этого метода является удаление городка с рельсового пути.

Лесная промышленность для работ в лесу уже широко применяет передвижные жилища в виде кузовов на полозьях, передвижаемых тракторной тягой.

Эти передвижные жилища должны быть использованы для размещения рабочих-укладчиков. В каждом типовом подвижном домике помещается 12 человек.

На укладке, как мы уже отмечали, необходима бригада из 15 чел., а вместе с поваром, уборщицей и кладовщиком при работе в одну смену будет 18 чел. Непосредственно за укладкой производится черный ремонт пути, для чего необходимы 20 чел. Следовательно, все население городка составит 36 чел., которые размещаются в трех передвижных домах. Четвертый дом нужен для мастера, конторки и склада инструмента.

Этот городок из четырех передвижных домов можно продвигать вдоль укладываемого пути тракторной тягой или перевозить на железнодорожных платформах (один раз в три дня). Таким способом удастся сэкономить значительное количество времени, затрачиваемого на маневры при расположении городка на рельсовых путях.

8. Механизация работ по подъёмке и подбивке пути

При сооружении железнодорожной линии приходится очень часто производить подъёмку пути и подбивку шпал.

Эти работы достаточно освещены в литературе, поэтому мы на них подробно не останавливаемся и ограничимся лишь краткой характеристикой применяемых агрегатов и указанием источников, по которым можно более детально ознакомиться с этими вопросами.

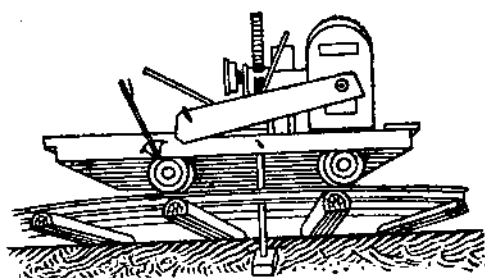


Рис. 36. Мотодомкрат-путеподъемник Кировского завода

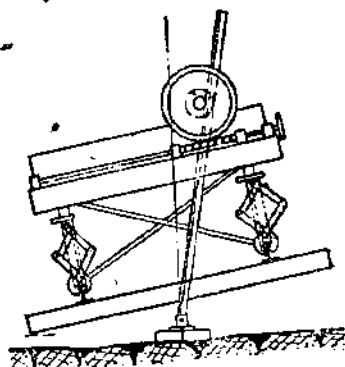


Рис. 37. Передвижка пути путеподъемником

Для подъёмки пути применяют специальные машины, выпускаемые Кировским заводом треста транспортного машиностроения (рис. 36). Путь поднимают упорным домкратом, который опускается между шпалами, упирается в землю, захватывая рельсы специальными клещами, и поднимает путь вместе с машиной.

Эта машина пригодна и для передвижки путей (рис. 37, стр. 57).
Общий вес машины 4,5 т. Для подъема пути устанавливают двигатель ГАЗ 40 л. с. с водяным охлаждением. Для удешевления

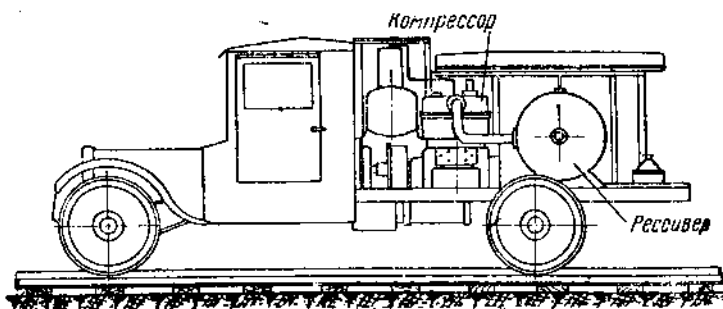


Рис. 38. Компрессор ВВК-200 на автомобиле ЗИС-5

работ этот двигатель нужно снабдить газогенератором. Машиной управляет один человек.

При подъеме пути шпалы отдирают не приходится, так как грузоподъемность домкрата равна 20 т.

Производительность машины на подъеме пути 1 км в смену, на передвижке 0,6—0,8 км в смену.

Для подбивки пути удобно применять пневматическую установку. Главной частью этой установки служит передвижной компрессор ВВК 200, смонтированный на шасси автомобиля ЗИС, работающий от двигателя автомобиля (рис. 38).

Колеса автомобиля могут быть приспособлены для грунтовой дороги и для движения по рельсам.

Компрессор ВВК 200 всасывает $4,5 \text{ м}^3$ воздуха в минуту и сжимает его до давления 6 ат. Сжатый воздух собирается в ресивере, из которого по трубам и шлангам доставляется к подвижным инструментам.

Для подбивки пути применяют пневматические шпалоподбойки.

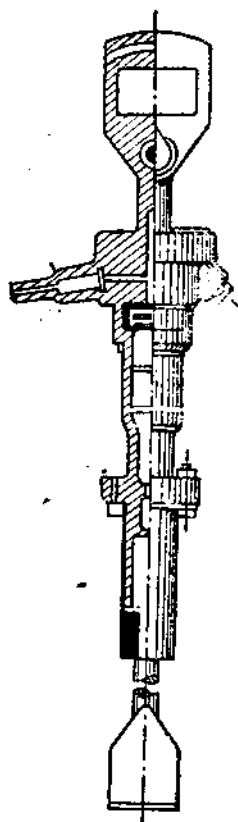


Рис. 40. Шпалоподбойка ША-19

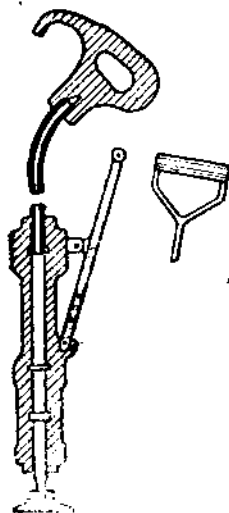


Рис. 39. Шпалоподбойка ПД-4

Ленинградский завод „Пневматик“ изготавливает шпалоподбойки двух типов: ПД-4 (рис. 39) и ША-19 (рис. 40). Техническая характеристика этих шпалоподбоек приведена в табл. 5.

Таблица 5

	Шпало- подбойки ПД-4	Шпало- подбойки ША-19
Число ударов в минуту	1 300	1 800
Вес в кг.	22	18,8
Расход воздуха в м³/мин	0,6—1,0	0,5
Давление воздуха в ат	5,55	4—6
Внутренний диаметр в см.	16	16

Рабочая часть шпалоподбойки — „боек“ — представляет собою разновидность лопатки длиной 75 мм. Толщина рабочей (торцевой) части бойка для каменного щебня 15 мм, для гравия 20 мм и для песка 30 мм. От компрессора ВВК 200 одновременно может работать восемь шпалоподбоек. Шпалоподбойки работают парами (рис. 41), одновременно по обе стороны пути. При восьми шпалоподбойках компрессорную установку обслуживает (считая вспомогательных рабочих) бригада из 16 чел. Производительность установки 95 шпал в час.

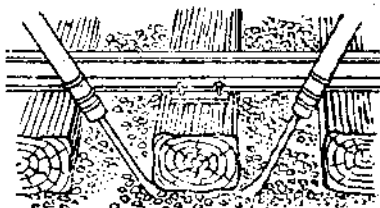


Рис. 41. Положение шпалоподбоек в работе

ГЛАВА I

МЕХАНИЗАЦИЯ ПОСЕЛКОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Сооружение рабочих поселков должно идти несколько быстрее строительства лесовозных дорог, чтобы к открытию движения у всех складов уже был накоплен запас древесины не менее чем для 10-дневной работы.

Наиболее распространенный тип зданий для лесозаготовительных поселков — бревенчатые дома. Особенно трудоемкой операцией при их сооружении является подготовка бревен для укладки в стены, т. е. окантовка, остругивание и прорубка паза (около 9% от общей стоимости здания), строгание досок для пола, крыши, наличников, крылец и пр.

Наряду с использованием для этих операций „малой механизации“ мы предлагаем агрегат для изготовления крупных тяжелых деталей, необходимых для строительства зданий.

Агрегат для механизации изготовления указанных полуфабрикатов представляет собою сочетание распиловочных и строгальных агрегатов. Такая установка с успехом применялась в 1926 г. в г. Надеждинске. Подобный агрегат работает и на Марбумстрое.

1. Номенклатура основных полуфабрикатов, необходимых для сооружения жилых зданий

Для постройки жилых зданий нужны следующие полуфабрикаты:

- 1) профилированный брус для стен (рис. 42);

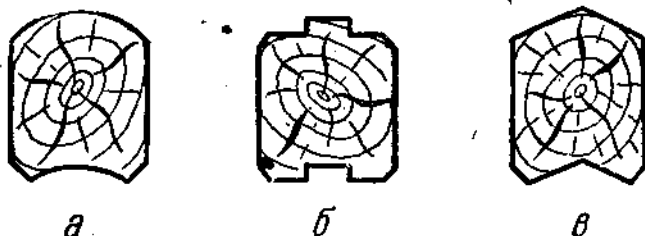


Рис. 42. Стены

- 2) профилированный брус для оконных проемов (рис. 43);
- 3) профилированный брус для дверных проемов (рис. 44);



Рис. 43. Оконные коробки

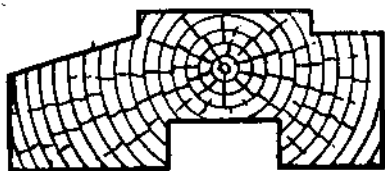


Рис. 44. Дверная коробка

- 4) брусья для половых и потолочных балок (рис. 45);
- 5) стропильные ноги (рис. 46);
- 6) простроганные и пропунтованные половые доски (рис. 47);



Рис. 45. Потолочная балка



Рис. 46. Стропильная нога



Рис. 47. Половая доска

- 7) обвязка дверных полотен (рис. 48);
- 8) наличники (рис. 49);
- 9) ступени (рис. 50);
- 10) тес кровельный (рис. 51);
- 11) вагонка для обшивки крылец и подшивки чистых потолков (рис. 52).

Остальные, более мелкие детали для изготовления оконных переплетов, фрагм и форточек, а также плинтусы и галтели не должны загромождать мощной установки и должны изготов-



Рис. 48. Обвязка дверного полотна



Рис. 49. Паличник



Рис. 50. Ступень



Рис. 51. Тес кровельный



Рис. 52. Вагонка

ляться при помощи „малой механизации“, т. е. моторизированным инструментом.

2. Механизация распиловки

Для указанных полуфабрикатов требуются бруссы и доски различных толщин. Чтобы распилить круглые бревна на такие бруссы и доски, наиболее целесообразно применять лесопильную раму передвижного типа марки РПШ. Эта рама предназначена для распиловки бревен диаметром 15—38 см и имеет следующую характеристику (по данным завода им. Владимира Ильича):

Просвет	550 мм
Высота хода	404 "
Число оборотов в рабочем состоянии в минуту	240
Число пил в поставе	до 10
Подача полная за один оборот	до 15 мм
Размеры рабочего шкива:	
диаметр	900 "
ширина	180 "
Вес рамы без тележки	9 000 кг
Потребная мощность	30—50 л. с.
Габариты:	

полная высота	2 635 мм
полная ширина	2 309 "
полная длина	4 980 "

Средняя производительность рамы за 8 час. при распиловке бревен длиной 6,5 м, диаметром 25 см, при поставе в 8 пил 35—40 м³

Величина подачи при диаметре	15—16 см . . .	13—11 мм
"	16—22 " . . .	11—10 "
"	22—25 " . . .	10—8 "
"	25—30 " . . .	8—5 "
"	30—36 " . . .	5—4 "
"	35—38 " . . .	4—3 "

В тех случаях, когда заготавливается большое количество строительных полуфабрикатов, необходимо, кроме рамы, установить станок с двумя круглыми пилами и механической подачей бревен для опиловки на два канта.

Два таких станка были построены автором в 1926 г. в Надеждинске и успешно окантовывали бревна при изготовлении брусьев для стропил и других легких брусчатых профилей. Эти же станки успешно работали с тремя пилами.

Для подачи бревен применялись рельсовые тележки с канатной тягой и откидными зажимами, при помощи которых бревно крепилось к раме тележки (рис. 53). Такой круглопильный станок потребляет 40 л. с.

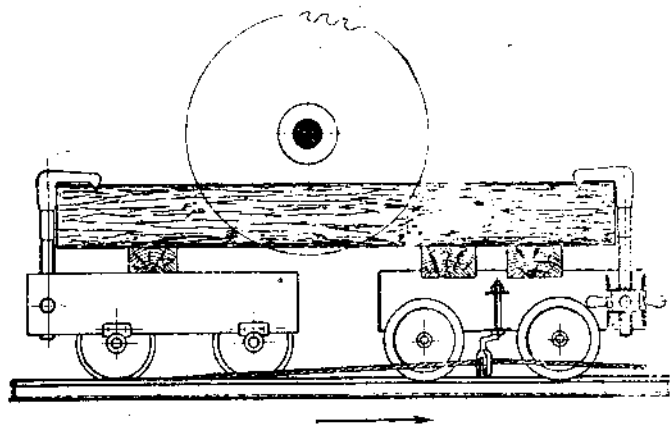


Рис. 53. Круглопильный станок с механической подачей для окантовки бревен.

Целесообразно устанавливать два круглопильных станка, работающих последовательно. Круглое бревно проходит через первый станок, где опиливается на два канта, и кладется на казенку, а тележки возвращаются и принимают второе бревно. Первое бревно с казенки поступает на второй круглопильный станок, где опиливаются вторые два канта; в результате материал идет потоком, и производительность значительно увеличивается.

При пользовании одним станком распиловку приходится производить следующим образом: в первую полусмену пилы устанавливают на расстоянии, соответствующем поперечному сечению бруса, брусья кантуют на два канта и складывают на казенку в конце хода пилы; в перерыв между полусменами пилы переставляют, устанавливают их на расстоянии, соответствующем высоте бруса, все окантованные на два канта бревна возвращают назад и пропускают вторично через пилы для снятия вторых двух кантов. При этом производительность всей установки снижается вдвое; кроме того, требуется добавочное оборудование для обратной подачи бревен для вторичного прохода.

Скорость подачи при распиловке круглой пилой значительно больше, чем при распиловке на раме, и в среднем равняется 0,125 м/сек. При такой скорости подачи и при двух станках, допускающих движение материала потоком, можно окантовывать в час

на четыре канта $3600 \times 0,125 \times 0,75 = 338$ пог. м полуфабриката.

Коэффициент 0,75 вводится потому, что устройство тележек, на которых подаются бревна, не позволяет бревнам следовать торцом в торец, что вызывает некоторую потерю времени.

За тот же период времени лесопильная рама переносного типа при 240 об/мин. и величине надвижения в 10 мм на один оборот пропускает не более $240 \times 0,010 \times 60 = 144$ пог. м бревен при условии следования их торцом в торец.

Единственный недостаток круглопильной установки заключается в том, что при распиловке, кроме брусьев, получается горбыль, а не доски, так как попытки применять больше трех пил до сих пор успехом не увенчались.

Горбыль можно с успехом использовать на черные полы и потолки.

3. Окончательная обработка полуфабрикатов

Для окончательной обработки полуфабрикатов всех приведенных профилей наиболее рационально применять мощный строгальный универсальный четырехсторонний станок¹ (рис. 54). Этот станок имеет два горизонтальных и два вертикальных шпинделя, снабженных строгальными ножами. Обычная пожевая головка, укрепляемая шпонкой на шпинделе или составляющая с ним одно целое, имеет четыре грани, на которых болтами крепятся строгальные ножи. В зависимости от обрабатываемого профиля ножам придается любое очертание. Ножи дают чистое строгание при скорости резания 50 м/сек., поэтому должны иметь большое число оборотов. В рассматриваемом станке диаметр круга вращения режущих кромок ножей около 0,25 м. При этом диаметре и скорости резания 50 м/сек. строгальные шпиндели делают

$$\frac{600}{\pi D} = \frac{60 \times 50}{\pi \times 0,25} = 3800 \text{ об/мин.}$$

В строгальном станке скорость подачи материала должна быть очень большой, иначе станок не сможет обработать нужного количества полуфабрикатов.

Для строгания самых тяжелых профилей (брусья для стен) скорость подачи v следует принимать 0,125 м/сек., а для более мелких профилей соответственно увеличивать, доводя ее при строгании кровельного теса и вагонки до 1 м/сек.

При четырех шпинделях и указанных скоростях подачи потребная для строгального станка мощность составляет 60 л. с.

Как показывает опыт, станина строгального станка с успехом может быть выполнена из дерева и изготовляться на месте. Автор выполнял такую станину в виде клетки из продольных и поперечных брусьев. Аналогично построена и станина строгаль-

¹ Завод „Пролетарская свобода“ в Ярославле выпускает строгальные станки „СВ“, требующие мощности 30 л. с. До выпуска более мощных типов при малом объеме строительства можно пользоваться и этим станком.

ного станка Марбумстрой. На такую станину - клетку монтируются все четыре шпинделя, направляющие и подающие барабаны, а также трансмиссия для приведения в движение рабочих шпинделей и рифленых валиков, подающих детали.

Все детали строгального станка описываемой системы могут быть изготовлены на любом машиностроительном заводе. При производстве этих станков в нужном для Наркомлеса количестве (30 шт. в год) стоимость металлических деталей не должна превышать 15 тыс. руб.

Строгальный универсальный четырехсторонний станок состоит из следующих основных узлов:

А — станины из деревянных четырехкантовых брусьев, которые положены вдоль и поперек и образуют клетку;

Б — главного трансмиссионного вала, получающего вращение от электромотора и ведущего все элементы станка;

В — группы вертикальных шпинделей, которые обрабатывают кромки брусьев и досок;

Г — группы горизонтальных шпинделей, которые обрабатывают постели брусьев и досок;

Д — группы подающих механизмов, надвигающих обрабатываемый предмет на станок.

Рассмотрим последовательно все группы станка.

Обрабатываемый брус захватывается двумя рифлеными подающими валиками

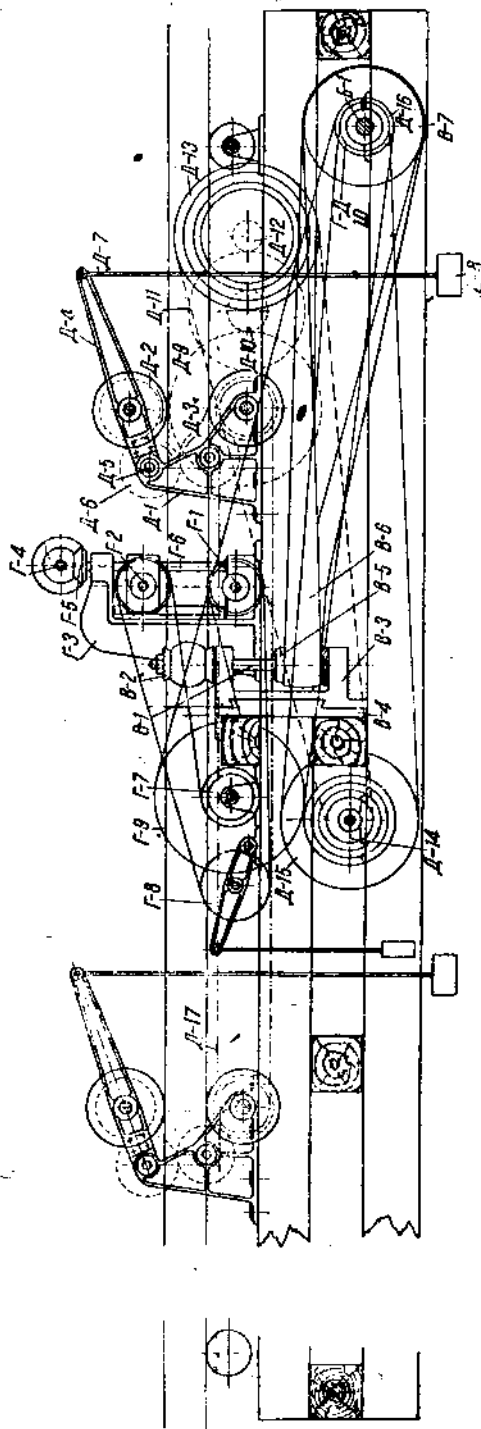


Рис. 54. Четырехсторонний универсальный станок для профилировки стен и других тяжелых полуфабрикатов

Д-3, имеющими принудительное движение от главной трансмиссии. Окружная скорость подающих валиков равна скорости надвигания, потребной для обработки данного полуфабриката.

При диаметре валиков 0,3 м и колебаниях подачи от 0,125 до 1 м/сек. число оборотов подающих валиков изменяется следующим образом:

при $v_1 = 0,125$ м/сек.	$n_1 = 63,6v_1 = 8$ об/мин.
" $v_2 = 0,25$ "	" $n_2 = 63,6v_2 = 16$ "
" $v_3 = 0,60$ "	" $n_3 = 63,6v_3 = 38$ "
" $v_4 = 1,00$ "	" $n_4 = 63,6v_4 = 64$ "

Для правильного надвигания необходимо, чтобы и верхний и нижний валики были ведущими; угловые скорости вращения обоих валиков должны быть равны. Нижний подающий валик Д-3 смонтирован в неподвижных подшипниках. Верхний валик, нажимающий на брус, должен переставляться по высоте, так как брусья бывают различной высоты.

Верхний валик монтируется в цапфах коромысел Д-4, которые шарнирно крепятся пальцами Д-5 к верхней части станины Д-1.

Подвижной нажимной валик Д-2 связан с валиком Д-3 при помощи зубчатой передачи из цилиндрических шестерен Д-6. Эти шестеренки имеют одинаковое число зубьев и посажены по четыре по обоим концам валов. Шестерни Д-6 создают постоянное зацепление валика Д-2 с валиком Д-3 независимо от его положения в пространстве. Поэтому валик Д-2 при нажиме на обрабатываемый предмет любой толщины всегда получает вращение от валика Д-3.

Шестерни Д-6 обязательно должны иметь одинаковые диаметры. Расположение их в пространстве точно определяет конфигурацию станины Д-1.

Этот способ передачи вращения верхнему валу через цилиндрические шестерни от нижнего валика проверен автором в натуре и дал хорошие результаты. Изготовление восьми одинаковых шестерен по одной модели затруднений не представляет. Так как шестерни работают на малых скоростях, их зубья можно даже не фрезеровать, поэтому стоят они недорого. Передача вращения при помощи шестерни наиболее надежна, долгое время работает без ремонта.

По некоторым вариантам нажимным валикам сообщают синхронное вращение при помощи цепей Галля; в этом случае валики получаются более громоздкими, а главное, менее надежными, так как цепи очень быстро растягиваются и не обеспечивают плавной передачи.

К концам коромысел Д-4 подвешены тяги Д-7, которые несут на себе груз Д-8 (длинный ящик, наполненный камнями, или чугунная болванка), создающий достаточный нажим валика Д-2 на подаваемый материал.

Величина груза может быть подобрана практически; ориентировочно она равна 150—200 кг.

Для более надежной подачи поверхность валиков $D-2$ и $D-1$ делается с небольшими зубьями или рифленая.

Вся система подающих механизмов получает движение от ведущего вала $B-1$, который является главным трансмиссионным валом всего станка. Вал приводится от электромотора, монтируется на шарикоподшипниках и делает 1200 об/мин. Ведущие же валы $D-2$ и $D-3$, как было указано, при обработке крупных деталей и скорости подачи 0,125 м/сек. делают 8 об/мин.

Полное передаточное число равно $\frac{1200}{8} = 150$, откуда ясно,

что для передачи движения от ведущего вала $B-1$ к подающим валкам $D-3$ и $D-2$ необходима передача с большим передаточным числом.

Передачу от вала $B-1$ к валу $D-1$ составляют следующие кинематические пары:

цилиндрическая зубчатая пара $D-9 - D-10$, $i = 4,0$;
цилиндрическая зубчатая пара $D-11 - D-12$, $i = 4,0$;
ременная зубчатая пара $D-13 - D-14$, $i = 3,12$;
ременная зубчатая пара $D-15 - D-16$, $i = 3,0$.

Подающий вал $D-1$ в зависимости от размеров обрабатываемого предмета должен осуществлять подачу с различными скоростями, поэтому третья пара (ременная) выполняется в виде двух шкивов $D-13$ и $D-14$, имеющих не менее четырех ступеней.

Вал, несущий на себе ступенчатый шкив $D-14$, приводится от вала $B-1$ ременной передачей, у которой $i = 3$, и поэтому имеет постоянное число оборотов (400 в минуту). В этих условиях скорость ремня на ступенчатом шкиве, при строгании тяжелых профилей равная $v_{\min} = 3,9$ м/сек., возрастает до $v_{\max} = 12,6$ м/сек.

Эти пределы скоростей обеспечивают ремню вполне спокойную и долговечную работу.

Подшипники вала, на котором монтируется ведущий ступенчатый шкив $D-14$ и ведомый $D-15$, нужно монтировать так, чтобы их можно было переставлять влево для лучшего натяжения ремней передачи.

Для надежной работы эти подшипники ($n = 400$ об/мин.) должны быть шариковыми.

Как видно из рис. 54, обрабатываемый брус, пройдя через режущие части станка, снова подхватывается валиками переднего подающего механизма, конструкция которого совершенно аналогична конструкции группы D . Подающий механизм приводится при помощи цепи Галля $D-17$, обеспечивающей переднему подающему механизму полную синхронность с задним.

Оба подающих верхних валика управляются станочником при помощи педалей, которые на рисунке не показаны.

Рассмотрим теперь вертикальные шпиндели (группа B), обрабатывающие кромки полуфабриката. Основной рабочий орган в этой группе — вертикальный шпиндель $B-1$, на который насаже-

на головка В-2 с четырьмя ножами. Скорость резания, необходимая для чистой обработки поверхностей, равна 50 м/сек., поэтому вертикальный шпиндель В-1 делает около 4 000 об/мин.

Очертание ножей соответствует профилю обрабатываемого полуфабриката, что позволяет получать кривые и ступенчатые профили (шпунт и гребень).

Вертикальные шпиндели В-1 монтируются на шарикоподшипниках. Для каждого из двух шпинделей делается самостоятельная станина В-3. Станины переставляются на плите В-4 в зависимости от изменения поперечных размеров обрабатываемого полуфабриката и закрепляются в любом положении при помощи болтов, проходящих сквозь станину и плиту (на рис. 54 не показаны). Вертикальные шпиндели имеют шкивы В-5, которые через полуперекрестные ремни В-6 получают вращение шкивов-барабанов В-7, установленных на главном валу Б-1.

Шкивы В-7 должны иметь большую ширину (до 400 мм), так как шпиндели В-1 переставляются в зависимости от ширины обрабатываемого полуфабриката.

Передаточное число полуперекрестной ременной передачи i составляет около 4 000: $1\ 200 = 3,3$.

В работе станка очень существенное значение имеет ножевая головка В-2. От правильной работы ножевой головки зависит правильный режим работы шпинделей. Для этого необходимо, чтобы вес ножевой головки был тщательно и точно выбалансирован. Невыбалансированная ножевая головка не только расстраивает всю установку шпинделя В-1, но даже может вызвать его поломку.

Ножи должны быть из высококачественной инструментальной стали, тщательно отточены в пилоточной мастерской и прочно приболочены к головке.

Для изготовления ножей на месте можно использовать старые рессоры железнодорожных вагонов. Эти ножи подвергают простейшей термической обработке в кузнице.

Группа горизонтальных шпинделей (группа I^а) предназначена для обработки верхней и нижней постелей. Рабочие органы этой группы — горизонтальные шпиндели Г-1 и Г-2 несут на себе ножевые головки для строгания горизонтальных поверхностей. Нижний шпиндель Г-1 покоится в неподвижных шарикоподшипниках, литые корпуса которых представляют одно целое со станиной Г-3. Шпиндель Г-2 покоится в подшипниках, перемещаемых в направляющих при помощи горизонтального вала Г-4. Через две пары конических колес Г-5 приводится в движение винт с ленточной резьбой Г-6, дающий направление подшипнику вала Г-2.

Приводный ремень через шкивы шпинделей Г-1 и Г-2 охватывает шкив Г-7 на неподвижном валу и шкив Г-8, который является ленинском и регулирует натяжение ремня при всех положениях шпинделя Г-2.

На одном валу со шкивом Г-7 насажен шкив Г-9, который открытым ремнем соединяет со шкивом Г-Д-10 на главном трансмиссионном валу.

4. Мощность, потребная для производства строительных полуфабрикатов, и силовое оборудование

Мастерская (рис. 55), в которой производится полуфабрикаты для строительства большого поселка, должна иметь значительную установочную мощность. Эта мощность складывается следующим образом:

Лесопильная рама	40 л. с.
Два круглопильных станка (2×40)	80 " "
Строгальный станок	60 " "
Станки для заточки круглых пил и ножей	5 " "
Освещение	19 " "

Полная установочная мощность составит, таким образом, 195 л. с.

При коэффициенте одновременности 0,8 потребная суммарная мощность составит $195 \times 0,8 = 156$ л. с.

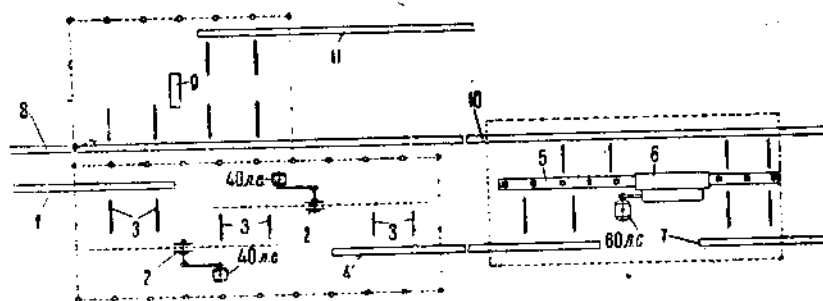


Рис. 55. Схематический план передвижной мастерской для заготовки строительных полуфабрикатов и пиломатериалов:

1—путь для подачи бревен к круглопильным станкам; 2—двухпильный станок с круглыми пилами; 3—казенка; 4—путь для отвозки бревен к строгальному станку; 5—роликовый стол; 6—универсальный строгальный четырехсторонний станок; 7—путь для отвозки тяжелых профилированных полуфабрикатов на склад готовых изделий; 8—путь для подачи бревен к раме; 9—лесорама РПШ; 10—путь для подачи досок к строгальному станку; 11—путь для отвозки горбылей на бяржу

Для установки следует подобрать локомобиль ближайшей мощности; к нему необходим электрогенератор на 120 квт и электромоторы.

5. Распределение работы между отдельными станками

При указанном составе оборудования брусья для стен следует заготавливать на круглопильных станках с двумя пилами, а брусья для оконных и дверных проемов, потолочные и половые балки— на станках с тремя пилами. Все остальные детали (стропильные ноги и доски всех видов) должны заготавливаться на лесопильной раме.

Эти три агрегата могут быть установлены в отдельном шатре, около которого должно быть оставлено место для склада брусьев и досок, поступающих в дальнейшую обработку на строгальном станке.

Строгальный станок должен быть установлен в отдельном шатре. Скорости подачи строгального станка должны быть расчи-

ланы так, чтобы он не отставал ни от лесопильной рамы, ни от круглопильных станков. Вся стружка из-под станка должна поступать в топку локомотива.

6. Постройка зданий из заготовленных на заводе полуфабрикатов

При наличии готового полуфабриката работа на площадке значительно облегчается и упрощается: на месте работ производится только сборка зданий с некоторой пригонкой. На площадке плотники распиливают брусья поперек, сращивают их между собой, сверлят дыры для шипов, вяжут углы стен (прируб лапы) и углы коробок оконных и дверных проемов, врубают гнезда для балок и стропил.

Из перечисленных операций к наиболее трудоемким и требующим квалифицированной рабочей силы относится прируб лапы. При

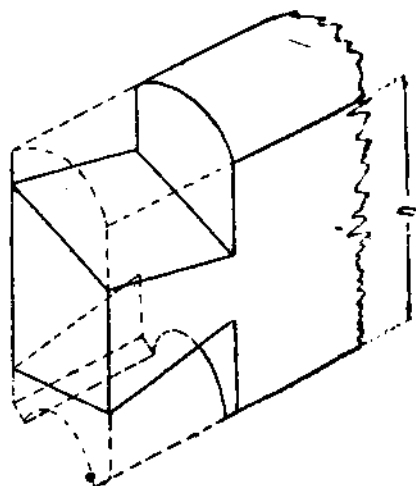
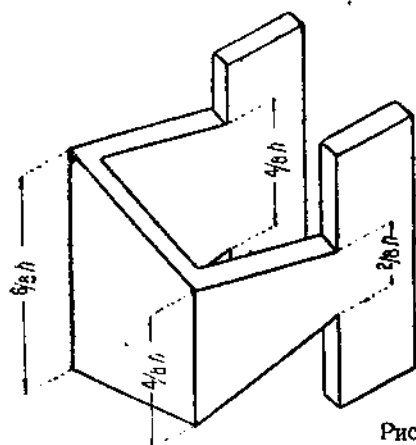


Рис. 56. Шаблон для причерчивания лапы

сооружении зданий обычным способом вследствие различной толщины отдельных бревен прирубка лап занимает много времени. При готовом полуфабрикате все элементы полуфабриката имеют совершенно одинаковую высоту, и поэтому все лапы получаются равными по размерам.

Это позволило автору при сборке домов из готового полуфабриката (1926 г.) применить расчерчивание лапы по шаблону. На рис. 56 изображены шаблон и конец бруса с запиленной по шаблону лапой. Применение шаблона дало возможность быстро и совершенно точно расчерчивать лапы, обходясь плотниками средней квалификации.

Кроме плотников, для сборки деревянного дома нужны подсобные рабочие для подноски деталей к месту работ и их укладки.

При такой организации работ количество плотников значительно уменьшается, так как работа в основном выполняется рабочими, производящими подноску материалов. Для сокращения рабочей силы при сборке деревянного дома целесообразно применять кран грузоподъемностью не более 0,5 т с высокой стрелой. Кран должен обладать большой маневренностью. Лучше всего его монтировать на грузовом автомобиле типа Я-Г в виде полноповоротной стрелы высотой до 9 м (рис. 57). При помощи

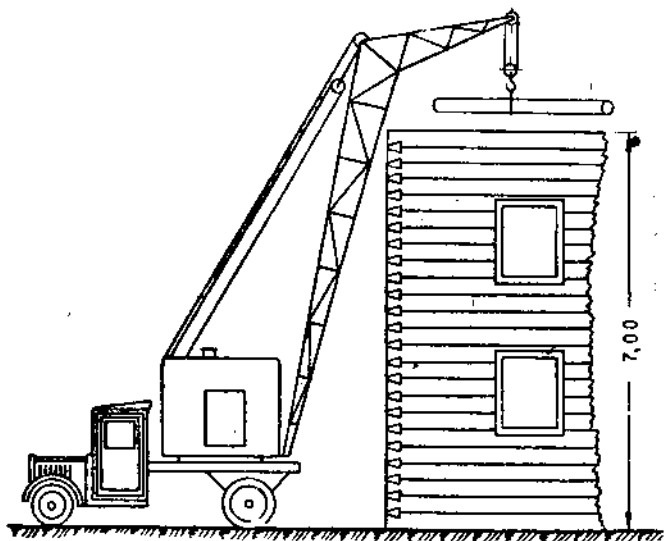


Рис. 57. Кран на автомобиле для сборки зданий

этого крана отдельные элементы поднимают со штабелей и подают к месту укладки. Им с успехом пользуются и при установке стропильных ног.

Согласно ориентировочным расчетам работа по подготовке полуфабриката для стен и обделки проемов двухэтажного восьмиквартирного дома потребует не более 1,5 станкосмены.

ГЛАВА VI

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В ЛЕСУ И ПОРЯДОК ИЗЫСКАНИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕСОВОЗНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

1. Изменение технологического процесса

Для уменьшения потребности в рабочей силе и снижения затрат на поселковое строительство необходимо упростить технологический процесс лесозаготовок.

Рационализация и упрощение заготовительного процесса в лесу должны заключаться прежде всего в исключении двух операций разделки леса и его сортировки.

До сих пор многие еще разделяют мнение, что сортировка древесины в лесу и ее частичная разделка совершенно неизбежны. В связи с этим на так называемых верхних складах создавалось огромное и сложное хозяйство. На всех усах через 1-2 км устраивались склады, где производилась сортировка древесины по породам и сортам, разделка мелкотоварника (дров, балансов, рудстойки и пр.). На все эти операции требуется значительное число рабочих. Отказ от этих операций на верхнем складе значительно снизит потребность в рабочих в лесу, где будут производиться только валка, трелевка и погрузка древесины. Кроме того, отпадет необходимость завоза в лес, монтажа и демонтажа силовых установок и агрегатов для складских работ.

При концентрации этих работ вне массива можно установить более мощную силовую станцию, дающую электроэнергию по более низкой цене, более совершенно механизировать все операции и удешевить трелевочные работы.

При условии ликвидации верхних складов становится сомнительной целесообразность постройки пути нормальной колеи в лесосеках.

Основным аргументом при выборе типа лесовозного пути являлось стремление получить бесперегрузочный поток лесоматериала. Считается, что перегрузка увеличивает стоимость лесоматериала, и, чтобы избежать ее, необходимо строить пути нормальной колеи, связанные с общей сетью. Но это не совсем так. При правильной организации работ и механизации лесоперезрузок конечная стоимость продукции увеличивается незначительно, но это увеличение с излишком должно перекрыться разностью амортизации строительных расходов на постройку путей широкой и узкой колеи.

Второй аргумент сторонников широкой колеи — ее большая пропускная способность. Действительно, это преимущество широкой колеи не превзойдено ни одним видом транспорта, кроме водного.

Однако в существующих условиях лесозаготовки для освоения массивов можно обойтись дорогами узкой колеи. Дело в том, что из 36 лесовозных дорог нормальной колеи, ныне собираемых Наркомлесом, одна только Мехренгская дорога имеет годовую программу вывозки в 2,8 млн. м³. Программа в 2 млн. м³ предположена лишь для семи дорог. Все остальные 28 лесовозных дорог нормальной колеи имеют годовую программу вывозки 1,8 млн. м³ и меньше, а с такой вывозкой могли бы с успехом справиться дороги узкой колеи.

Известно, что наиболее густое движение лесовозных поездов производится по основной магистрали, причем лесовозный поток имеет нарастающий характер. Лесовозные же ветки, как правило, загружены значительно менее, а усы совсем недостаточно.

Известно также, что из всего протяжения лесовозных дорог магистральные пути занимают в настоящее время в среднем около 40%. В дальнейшем, при сооружении более густой сети усов, относительная протяженность магистрального пути должна еще снизиться.

При указанной разнице в загрузке различных видов лесовозных путей и сравнительно незначительном протяжении лесовозной магистрали оптимальным решением при освоении крупных массивов является сооружение двухпутной лесовозной магистрали с однопутными ветками и усами.

2. Порядок изысканий и проектирования лесовозных дорог

В настоящее время детальные инструментальные съемки применяют только при изысканиях лесовозной магистрали, что же касается веток и усов, то они в натуре не изыскиваются, а трассируются по карте запасов. Такой метод работы следует категорически отвергнуть. Существующие законоположения различают две стадии проектных работ: проектное задание и технический проект. Для той и другой стадии требуется обследование в натуре, но, конечно, различной степени точности.

При изысканиях для проектного задания необходимо дать общую характеристику лесовозной дороги, т. е. наметить тип транспорта, указать руководящий уклон и выявить основные местные особенности. Эти данные нужны для общих соображений о стоимости и лесоэксплуатационных особенностях дороги. Ветки и усы являются такими же неотъемлемыми элементами дороги, как и магистраль. Поэтому при изысканиях для проектного задания необходимо сразу изучать не только лесовозную линию, а и лесопокрытую площадь, для чего проще всего произвести съемку горизонталей.

Выбранное по карте запасов древесины основное направление магистрали, веток и усов следует проверить обязательно в натуре съемкой различной точности. Чтобы трелевка производилась по спуску в грузовом направлении, при съемке необходимо придерживаться направлений основных логов.

Магистраль и ветки должны быть пройдены рекогносцировочными изысканиями с обязательной вертикальной съемкой, но без разбивки кривых и детальной отделки.

При трассировании по логу трассировщик, однако, должен всячески избегать обратных подъемов на магистрали и ответвлениях, так как при этом значительно снижается вес поезда и, следовательно, увеличиваются эксплуатационные расходы.

В тех случаях, когда по ходу магистрали на местности оказываются мысы, их следует обходить не одним большим углом, а цепью малых углов, чтобы ломаная линия хода по возможности приближалась к трассе лесовозной дороги. В таких случаях нужно разбить несколько поперечников, характеризующих огибаемый выступ, чтобы камеральным путем можно было смягчить линию в плане (рис. 58).

После инструментального прохода магистралей и усов все результаты съемки наносят на план лесных запасов или вычерчивают в том же масштабе, что и карту запасов (для возможности совмещения). По трассам магистрали и веток на плане должны быть нанесены отметки.

Таким способом можно получить сеть, достаточно точно характеризующую рельеф данного массива. Для более детальной ха-

рактические рельефа массива в поле следует наметить ходы и произвести по ним полуинструментальную съемку. Ходы для возможной увязки отметок должны обязательно проводиться от ветки до ветки (или от магистрали до ветки).

Для удешевления стоимости работ по съемкам площадей между ответвлениями эту работу следует поручать таксаторам.

Таксатору, прорубающему визир для уточнения запасов древесины, ведущему абрис каждого визирного хода и промеряющему его длину, остается только проделать вертикальную съемку, т. е. фиксировать профиль проходимого визира. Для ускорения работы съемка профиля визира может выполняться теодолитом и даже эклиметром (в горной местности).

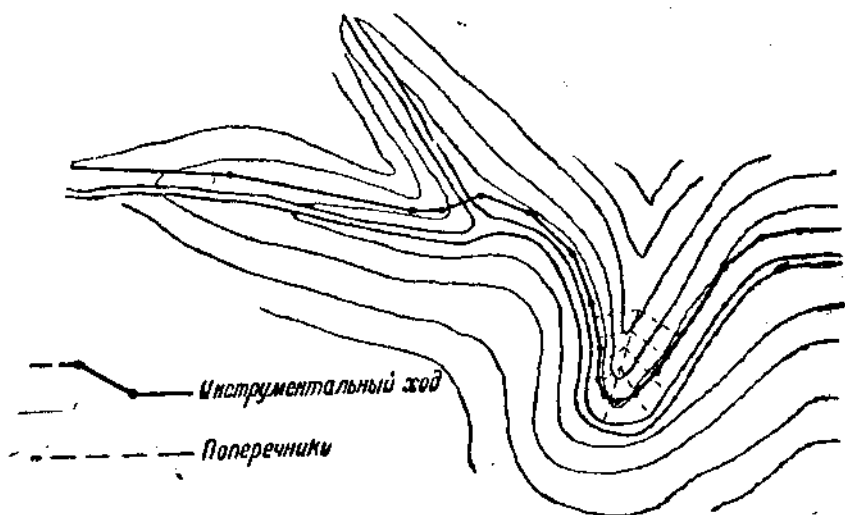


Рис. 58. План трассы на обходе возвышенности

Произведенное таким методом рекогносцировочное обследование позволяет изобразить поверхность всего обследуемого массива в горизонталях, проведенных с точностью, вполне достаточной для целей проектного задания.

После рекогносцировочного обследования экспедиция приступает к разработке проектного задания и намечает лесовозную магистраль, ветви и усы.

Профилями для магистрали и веток служат полученные в натуре профили основных ходов. Эти профили, хотя и разработанные без разбивки кривых, вполне достаточны для выбора транспорта и руководящего подъема лесовозной дороги — этих двух основных вопросов, которые должны быть решены в проектом задании.

Усы могут быть намечены по карте без непосредственной трассировки в натуре по данным общей съемки визиров. Наличие горизонталей дает возможность при определении трасс усов избежать крупных погрешностей.

Вопрос о величине предельного радиуса закруглений решается в зависимости от характера рельефа данного массива.

После утверждения проектного задания по пройденным рекогносцировкой инструментальным ходам трассируют окончательно магистраль, ветки и часть усов и вводят необходимые уточнения и улучшения.

При окончательных изысканиях должны быть точно засняты в горизонталях все площадки, необходимые по условиям технологического процесса. Особенно детально должна быть произведена съемка в местах расположения рабочего поселка и станции примыкания. Эти съемки должны быть выполнены с горизонталями через 0,5 м.

Целесообразность двойного прохода трассы для получения оптимальных профилей лесовозных дорог бесспорна. Однако выдвигаются возражения, что при двойном трассировании период изысканий и проектирования затянется на два сезона. Отчасти

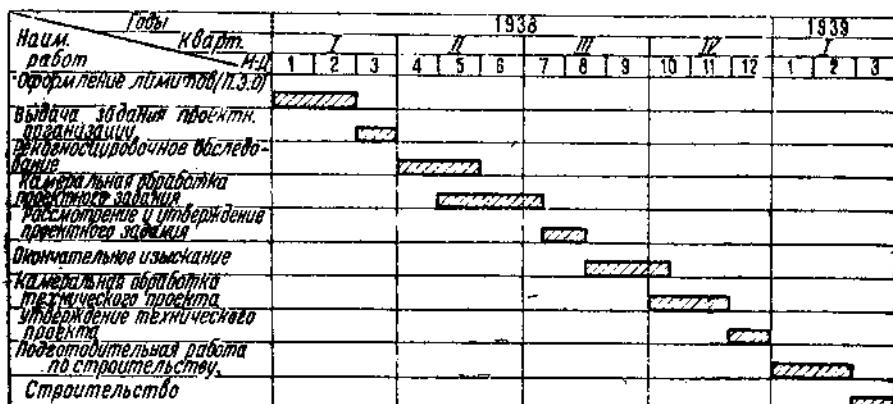


Рис. 59. Календарный план выполнения проектно-изыскательских работ

это верно, но изыскателям необходимо прежде всего несколько перестроить свой метод работ и уже в полевой период обрабатывать материал, пополнив для этого полевой штат. При такой перестройке полевой работы можно будет построить совершенно реальный график работ по изысканиям и проектированию, который даст возможность проделать все проектно-изыскательские работы в один сезон (рис. 59).

Как видно из этого графика, полевые работы производятся в первый раз с 1 апреля по 1 июня, второй раз с 15 августа по 15 октября, т. е. совершенно свободно укладываются в доступные для полевых работ месяцы. Строительные организации могут приступить к заключению договоров с нового года и спокойно проводить сначала подготовительные работы, а затем и самое строительство.

При составлении технического проекта необходимо предусмотреть очередность постройки лесовозной дороги, чтобы часть дороги могла быть открыта для эксплуатации не позднее 1 июля. Для этого к техническому проекту должен быть приложен график строительных работ и график ввода в эксплуатацию (при вре-

менном движении по лесовозным путям) отдельных элементов дороги, окончание которых даст возможность приступить к вывозке древесины из массива, не ожидая окончания постройки дороги.

Поэтому при составлении технического проекта проектная организация обязана протрассировать не только магистраль, но и все ветки усов, особенно первоочередные.

Это существенно. Важное обстоятельство должно быть также учтено в процессе проектирования и сырьевой группой, которая обязана указать лесосеки, вводимые в эксплуатацию к началу вывозки лесоматериала.

В главах II—V настоящей работы даны методы механизации отдельных процессов при постройке лесовозных железнодорожных путей.

Совершенно очевидно, что обязательным условием механизации должна быть ее экономичность с точки зрения сокращения стоимости работ и расхода рабочей силы. Сравним денежную стоимость и затраты рабочей силы при существовавших способах и при проведении механизации трудоемких работ.

По данным строительства 1937 г., средняя стоимость профильного кубометра земляных работ составляла около 2,5 руб. Средняя кубатура земляных работ по дорогам нормальной колеи 10 тыс. м³, а по дорогам узкой колеи 4,6 тыс. м³.

Искусственные сооружения, как показала практика строительства 1937 г., занимают довольно большую долю в стоимости лесовозных дорог. Больших мостов требуется в среднем 2,2 пог. м и малых 3 пог. м на 1 км пути лесовозных дорог.

Стоимость верхнего строения составляет 40% стоимости всей дороги.

В настоящее время расход на верхнее строение (без балласта) для дорог нормальной колеи равен 50 тыс. руб. и для дорог узкой колеи 25 тыс. руб. Средняя стоимость балласта 5 руб. за 1 м³.

Гражданские сооружения (жилые и производственные здания) по линии лесовозной дороги составляют около 250 м³ на 1 км дороги нормальной колеи и 180 м³ на 1 км узкой колеи.

Довольно значительный расход падает на строительство временных жилых сооружений для рабочих. Этот расход составляет для дорог нормальной колеи 10 тыс. руб. и для дорог узкой колеи 5 тыс. руб. 1 км пути.

На основании приведенных данных можно дать укрупненные показатели стоимости 1 км лесовозных железных дорог по элементам (табл. 6, стр. 76).

Удельный вес стоимости сооружения земляного полотна в общей стоимости постройки дорог составит для нормальной колеи 23%, для узкой 19%.

Что касается затраты рабочей силы, то она в настоящее время составляет для нормальной колеи 65% и для узкой колеи 60% всей рабочей силы.

Определив основные показатели строительства лесовозных дорог по затратам денежных средств и рабочей силы, попытаемся дать подобные показатели для этого строительства на базе механизации.

Таблица 6

Элементы строительства	Дорога нормальной колеи		Дорога узкой колеи	
	стоимость в тыс. руб.	потребность в чел.-дн.	стоимость в тыс. руб.	потребность в чел.-дн.
Восстановление линии	1	10	1	10
Подготовительные работы	8	250	5	200
Земляные работы по главному пути, станционным путям и дополнительные	28	3 200	13	1 500
Искусственные сооружения	10	200	6	130
Верхнее строение с укладкой	50	110	25	60
Балластировка	5	200	3	150
Гражданские сооружения	10	200	7	170
Связь, принадлежности пути и станций	3	10	2	10
Водоснабжение	3	10	1	10
Жилье для строительных рабочих	10	200	5	100
Итого	128	4 390	68	2 340

В главе II уже было отмечено, что основную экономию дает механизация земляных работ.

Принимая те же показатели кубатуры на основании опыта строительства лесовозных дорог в 1937 г., дадим упрощенные показатели стоимости и затраты рабочей силы для дорог нормальной и узкой колеи.

Начнем с земляных работ при выполнении их фрезерным экскаватором. Для средних условий принимаем, что 10% путей (по протяжению) сооружаются на болотах с продольной перевозкой составами, 65% объема — из резерва в местности, изобилующей корнями, 25% — в открытой местности, а остальные работы — дочистка резервов и канав и дополнительные работы — вручную. При этом средняя стоимость 1 м³ профильных земляных работ получается около 0,75 руб., а выработка на одного рабочего составляет около 15 м³.

На дорогах нормальной колеи (глава IV) для магистрали однократная механизированная укладка пути звеньями потребует 67 чел., т. е. при механизации экономия в рабочей силе составит 17%.

Расход рабочей силы на постройке гражданских сооружений, как видно из главы V, составляет 50%.

Предполагая, что остальные работы ведутся без участия механизмов, составим таблицу укрупненных показателей для строительства лесовозных дорог при условии механизации основных процессов (табл. 7).

Из данных табл. 6 и 7 видно, что механизация наиболее трудоемких процессов дает довольно значительную денежную экономию и, что особенно важно, огромную экономию рабочей силы.

Таблица 7

Элементы строительства	Дорога нормальной колеи		Дорога узкой колеи	
	стоимость в тыс. руб.	потребность в чел.-дн.	стоимость в тыс. руб.	потребность в чел.-дн.
Восстановление линии	1,0	10	1,0	10
Подготовительные работы	8,0	250	5,0	200
Земляные работы по главному пути, станционным путям и дополнительные	7,5	750	5,4	350
Искусственные сооружения	10,0	200	6,0	130
Верхнее строение с укладкой	50,0	67	25,0	46
Балластировка	5,0	200	3,0	150
Гражданские сооружения	10,0	100	7,0	85
Связь, принадлежности пути и станций	3,0	10	2,0	10
Водоснабжение	3,0	10	1,0	10
Жилье для строительных рабочих	5,0	100	3,0	60
Итого	102,5	1 697	56,4	1 050

Денежная экономия составляет по нормальной колее 22%, а по узкой 17,4%. Экономия в рабочей силе: по нормальной колее 61%, по узкой колее 55%.

Средняя плановая выработка на одного рабочего в день при наличии механизации: по дорогам нормальной колеи 56 руб., по дорогам узкой колеи 54 руб.

Следует отметить, что в 1937 г. эта выработка планировалась Главлесстроем в размере 27,5 руб.

Определение стоимости перевозки земли на платформах нормальной коле с паровозом Q^а 0-4-0

Вес паровоза сцепной	52,5 т
„ с тендером	85 „
Тяговое усилие по сцепному весу F_k	$\frac{52\,500}{6} = 8\,800$ кг
Тяговое усилие по диаграмме	8 800 кг
Скорость, обеспечивающая наибольшую силу тяги, v .	10 км/час = $2,78$ м/сек.
Мощность машины паровоза N	$\frac{8\,800 \times 10}{270} = 325$ л. с.

Вес поезда определяется по формуле

$$Q = \frac{F_k - P(W_o' + i_p)}{W_o'' + i_p}$$

где:

- Q — вес поезда в тоннах;
 F_k — сила тяги на ободе колеса, равный 8,8 т;
 P — вес паровоза с тендером, равный 85 т;
 W_o' — удельное сопротивление паровоза как повозки, определяемое по формуле

$$W_o' = (1,5 + 0,5v) 1,5$$

(при $v = 10$ км/час $W_o' = (1,5 + 0,5 \times 10) 1,5 = 9,8$ кг/т)

i_p — уклон карьерных путей, принимаемый в среднем 0,012;

W_o'' — удельное сопротивление двухосных вагонов на загрязненных карьерных путях, равный 0,006.

При этих значениях получаем вес поезда

$$Q = \frac{8,8 - 85 (0,0098 + 0,012)}{0,006 + 0,012} = \frac{8,8 - 85 \times 0,218}{0,018} = \frac{8,8 - 1,85}{0,018} = 386 \text{ т.}$$

Вес железнодорожной платформы 7,0 т

Вес 8 м³ земли $8 \times 1,6 \approx 13,0$ „

Вес груженной платформы 20 „

Исходя из указанного веса груженной платформы, получаем в одном составе $386 : 20 = 19$ платформ.

При этом составе одновременно перевозится $19 \times 8 \approx 150$ м³ земли.

Работа производится одним паровозом при двух составах.

Расчет рабочего дикла поезда при отвозке земли на L метров

$$\text{Пробег с грузом туда и обратно} \frac{2L}{60v} = \frac{2L}{60 \times 2,78} \text{ мин.}$$

Разгрузка состава вручную 30 мин.

Маневры при смене составов 30 „

Продолжительность дикла при перевозке на расстояние L со скоростью 10 км/час:

$$\frac{2L}{60v} + 60 = \left(\frac{L}{30v} + 60 \right) \text{ мин.} = \left(\frac{L}{30 \times 60v} + 1 \right) \text{ час.} = \left(\frac{L}{5000} + 1 \right) \text{ час.}$$

Число диклов в одну смену при коэффициенте использования рабочего времени $\eta = 0,8$:

$$n = (8 \times 0,8) : \left(\frac{L}{5000} + 1 \right) = \frac{32000}{L + 5000}.$$

Расчет стоимости машиносмены (паровоза с двумя составами)

Амортизация старого паровоза при цене 90 тыс. руб. и сроке службы 5 лет по 200 дней в 2 смены составит на одну смену $90\,000 : 2000 = 45$ руб.

Амортизация железнодорожных платформ при цене 5 500 руб. на одну смену $\frac{5\,500 \times 38}{2\,000} = 105 \text{ руб.}$

Технический осмотр, ремонт и запасные части 270% от амортизации $45 + 105 \times 2,7 = 405 \text{ руб.}$

Заработная плата:

механика	20 руб.
пом. механика	14 "
кочегара	10 "
кондуктора	10 "
тормозильщика	8 "

Итого 62 руб.

Горючее и смазка (при расходе 2,5 кг дров в смену в день

потребуется $\frac{325 \times 2,5 \times 8}{600} = 11 \text{ м}^3 \text{ дров}$:

стоимость дров 11×10	110 руб
смазка и обтирка паровоза	15 "
смазка вагонов	10 "

Итого горючее и смазка 135 руб.

Всего стоимость машиносмены 752 руб.

При расчете стоимости перевозок земли по рельсовому пути необходимо учесть еще расход по разгрузке платформы (по § 46 Е. Н. В.) и расход по подъёмке пути, которая неизбежна при паровозной возке.

Расход по подъёмке определяем следующим образом.

Принимая ширину, на которой ведется подъёмка, в 3 м, можно по § 67 Е. Н. В. определять приближенные расценки на 1 м³ земляной массы, а отсюда и себестоимость этой работы.

При учете расходов эту стоимость можно привести к дневной выработке при вывозке на данное расстояние (см. таблицу) и таким способом определить стоимость дневной перевозки с подъёмкой.

Все данные, необходимые для определения величины aL , т. е. стоимости перевозки 1 м³ средних грунтов (II и III категорий) на различные расстояния, приведены ниже в таблице.

Расстояние перевозки L в м	Число рейсов в день $n = \frac{32\,000}{L + 5\,000}$	Дневная производительность S в м ³	Стоимость подъёмки объема S в руб.	Стоимость разгрузки вручную объема S в руб.	Полная стоимость перевозки, разгрузки и подъёмки объема S в руб.	Сумма всех расходов, связанных с перевозкой 1 м ³ , на рейс в руб. aL
200	6,2	930	227	292	1 271	1,37
400	5,9	885	216	278	1 246	1,41
600	5,7	855	208	268	1 228	1,44
800	5,5	825	201	258	1 211	1,47
1 000	5,3	795	194	248	1 194	1,50
1 500	4,9	735	179	231	1 162	1,53
2 000	4,6	690	168	216	1 136	1,65
2 500	4,3	645	157	208	1 112	1,73
3 000	4,0	600	146	188	1 086	1,81
3 500	3,8	570	139	179	1 070	1,88
4 000	3,5	525	128	165	1 045	1,97
4 500	3,3	495	121	152	1 025	2,08
5 000	3,2	480	117	150	1 019	2,12

Определение стоимости перевозки земли на платформах узкой колеи с паровозом № 157 0-4-0

Вес паровоза сцепной	26 т
" " с тендером	40 "
Тяговое усилие по сцепному весу T	$\frac{26}{5} = 4300$ кг
Тяговое усилие по диаграмме ¹	5000 "
Для расчетов принимаем тяговое усилие	4000 кг.
Скорость v , при которой создается наибольшая сила тяги на ободу при форсировке котла "30"	10 км/час = 2,78 м/сек.

Мощность машины паровоза

$$N = \frac{5000 \times 10}{270} = 185 \text{ л.с.}$$

Вес поезда

$$Q = \frac{F_k - P(W'_0 + i)}{W''_0 + i}$$

При перевозке по узкой колеи паровозом № 157 имеем при скорости 10 км/час.

$$F_k = 4,5;$$

$$P = 40;$$

$$W'_0 = (4,85 + 0,001 v^2) 1,5 = 8,8 \text{ кг/т};$$

i — принимаем равным 0,018;

$$W''_0 = 10 \text{ кг/т};$$

При этих значениях имеем:

$$Q = \frac{4,5 - 40(0,0088 + 0,018)}{0,01 + 0,018} = \frac{4,5 - 1,07}{0,028} = \frac{3,43}{0,028} = 122 \text{ т.}$$

Для перевозки земли принимаются вагонетки „Вестерн“ со следующей характеристикой:

Тара	2,5 т
Груз 2,5 м ³	$2,5 \times 1600 = 4$.
Всего	6,5 т.

$$\text{Число вагонеток в составе} \dots\dots\dots 122 : 6,5 = 18$$

$$\text{Грузоподъемность поезда} \dots\dots\dots 18 \times 2,5 = 45 \text{ м}^3$$

Расчет рабочего цикла при перевозке на расстоянии L и скорости 10 км/час.

Пробег с грузом туда и обратно

$$\frac{2L}{60v} = \frac{2L}{60 \times 2,78} = \frac{L}{83,5} \text{ мин.}$$

$$\text{Разгрузка состава} \dots\dots\dots 10 \text{ мин.}$$

$$\text{Маневры при смене состава} \dots\dots\dots 10 \text{ "}$$

$$\text{Продолжительность цикла} \dots\dots\dots \frac{L}{83,5} + 20 \text{ .}$$

Число циклов (оборотов) в смену при коэффициенте использования рабочего времени $\eta = 0,8$:

$$n = (8 \times 0,8 \times 60) : \left(\frac{L}{83,5} + 20 \right) = \frac{384 \times 83,5}{L + 20 \times 83,5} = \frac{32100}{L + 1670} \text{ .}$$

¹ Труды ВНИИПТ, Эксплуатационный паспорт паровоза № 157, Москва, Трансжелдориздат, 1934, стр. 15.

Расчет стоимости машиносмены (паровоз с двумя составами):

Амортизация паровоза при цене 90 тыс. руб. и сроке службы 8 лет по 200 дней в 2 смены составит на одну

$$\text{смену} \dots \dots \dots \frac{90\,000}{8 \times 200 \times 2} = 28,10 \text{ руб.}$$

Амортизация вагонеток „Вестерн“ при цене 3 500 руб.

$$\text{и сроке службы 5 лет} \dots \dots \dots \frac{3\,500 \times 36}{5 \times 200 \times 2} = 63 \text{ руб.}$$

Технический осмотр, ремонт и запасные части 270%
от амортизации (27,10 + 63,00) 2,7 246,07 руб.

Заработная плата:

машиниста	16 руб.
пом. машиниста	14 „
кондуктора	10 „

Итого 40 руб.

Горючее и смазка:

$$\text{расход дров из расчета 2,5 кг на силу} \dots \dots \frac{185 \times 2,5 \times 8}{600} = 6,5 \text{ м}^3$$

стоимость дров	6,5 × 10 = 65 руб.
смазка и обтирка паровоза	15 „
смазка вагонеток	10 „

Итого горючее и смазка 90 руб.
Всего стоимость машиносмены 467,1 „

Как и при паровозной возке составами нормальной колеи, при определении стоимости перевозки нужно учитывать расходы по подъёмке пути и по разгрузке составов вручную, исчисленные по Е. Н. В. 1936 г. Все эти данные приведены в таблице, по которой можно определить себестоимость перевозки α на любое расстояние.

Расстояние перевозки L в м	Число рейсов в день $n = \frac{32\,100}{L + 1\,670}$	Дневная производи- тельность $S = 45 \text{ пл. м}^3$	Стоимость подъёмки земли объ- ема S в руб.	Стоимость разгрузки земли объ- ема S в руб.	Полная стои- мость пере- возки, раз- грузки и подъёмки объёма S в руб.	Сумма всех расхо- дов, отне- сен. к 1 м ³ земли в руб. (α L)
200	17	765	179	19,2	665	0,87
400	15	675	158	16,9	637	0,94
500	14	630	148	15,9	630	1,00
600	13	575	135	14,5	616	1,08
1 000	12	540	127	13,7	606	1,12
1 200	11	495	116	12,4	596	1,21
1 400	10	450	106	11,3	584	1,29
1 600	10	450	106	11,3	584	1,30
1 800	9	400	94	10,1	571	1,43
2 000	9	400	94	10,1	571	1,43
2 500	8	360	85	9,1	561	1,56
3 000	7	315	74	7,9	549	1,74
3 500	6	270	64	6,8	538	2,00
4 000	5	225	53	5,6	526	2,34

Определение стоимости перевозки земли на мотовозе Одесского завода с вагонетками „Вестерн“

Вес мотовоза	6 т
Число осей (обе ведущие)	2
Передача	цепная
Двигатель ХТЗ	32 л. с.
Скорость (на первой передаче)	5 км/час = 1,4 м/сек.

Тяговое усилие по сцепному весу

$$T = \frac{6000}{5,5} = 1100 \text{ кг.}$$

Тяговое усилие по мощности на первой скорости

$$T = \frac{75 \eta N}{v} = \frac{75 \times 0,75 \times 32}{1,4} = 1230 \text{ кг.}$$

В дальнейших расчетах принимаем:

тяговое усилие	12,00 кг
скорость движения v	7,2 км/час = 2 м/сек.

Вагонетки „Вестерн“ Костромского завода емкостью 2,5 м³:

Вес груза	4 т
„ вагонетки	2,5 „
„ груженой вагонетки	6,5 „

Вес поезда

$$Q = \frac{F_k - P(W'_0 + i)}{W''_0 + i}$$

W'_0 для мотовоза по аналогии с тракторами принимаем равным 0,03

$$Q = \frac{1,2 - 6(0,03 + 0,018)}{0,01 + 0,018} = \frac{1,2 - 0,288}{0,078} = 32,5 \text{ т}$$

Количество вагонеток в составе	32,5 : 6,5 = 5 шт.
Грузоподъемность поезда	5 × 2,5 = 12,5 м³

Расчет рабочего цикла:

Скорость средняя за цикл 2 м/сек.	7,2 км/час
Пробег с грузом и обратно	$\frac{2L}{60v}$ мин.
Разгрузка состава	10 мин.
Маневры при смене составов	10
Продолжительность цикла	$\left(\frac{L}{30v} + 20 \right)$ мин.

Число циклов в смену при коэффициенте использования рабочего дня $\eta = 0,8$:

$$n = (8 \times 0,8 \times 60) : \left(\frac{L}{30v} + 20 \right) = \frac{8 \times 0,8 \times 60 \times 30v}{L + 20 \times 30v} = \frac{23040}{L + 1200}$$

Расчет стоимости машиносмены (мотовоз с двумя составами):

А. Мотовоз

Амортизация мотовоза:

При стоимости мотовоза с доставкой в 13000 руб. и сроке его работы 5 лет по 200 дней в две смены стоимость аморти-

$$\text{зации в одну смену составит} \dots \dots \dots \frac{13000}{5 \times 200 \times 2} = 6,5 \text{ руб.}$$

Технический осмотр, ремонт и запасные части 270% от амортизации

$$6,5 \times 2,70 = 17,5$$

Заработная плата:

моториста	12 руб.
кондуктора-сцепщика	10 .
Итого	22 руб.

Горючее и смазка:

горючее из расчета средней мощности 20 л. с.
($25 \times 0,3 \times 8 = 60$ кг); из них бензина для

пуска 7 кг.	7 р. 00 к.
керосин 53 кг $\times 0,8$	42 . 40 .
смазочные и обтирочные материалы	10 . 00 .

Итого горючее и смазка 59 р. 40 к.

Стоимость машиносмены 105 . 40 .

Б. Вагонетки „Вестерн“:

Амортизация при стоимости вагонетки

$$3500 \text{ руб.} \dots \frac{3500}{5 \times 2 \times 200} = 1 \text{ р. 75 к.}$$

Технический осмотр, ремонт и запасные

$$\text{части} \dots 1,75 \times 2,70 = 4 \text{ р. 72 к.}$$

Стоимость вагоносмены 6 р. 47 к.

Полная стоимость мотовоза и двух составов

$$\text{по пять вагонеток каждый} \dots 105,40 + 6,47 \times 10 = 170 \text{ р. 10 к.}$$

Расчеты стоимости сведены в таблицу.

Расстояние перевозки L в м	Число рейсов в смену $n = \frac{23040}{L+1200}$	Дневная производительность $S=12,5 \text{ м}$	Стоимость поъемки объема S в руб.	Стоимость разгрузки объема S в руб.	Полная стоимость перевозки, разгрузки и подъемки объема S в руб.	Полная сумма всех расходов, связанных с перевозкой 1 м³ на рейс, в руб. (aL)
200	16,4	200	48,2	5,0	224	1,12
400	14	175	42,6	4,4	218	1,24
600	13	162	39,4	4,1	214	1,31
800	12	150	36,5	3,8	211	1,40
1000	10	125	30,4	3,1	204	1,65
1200	10	125	30,4	3,1	204	1,65
1400	9	112	27,3	2,8	201	1,79
1600	8	100	24,3	2,5	198	1,98
1800	8	100	24,3	2,5	198	1,98
2000	7	88	21,3	2,2	194	2,21
2500	6	75	18,3	1,9	190	2,54
3000	5	62	15,1	1,6	187	3,02
3500	5	62	15,1	1,6	187	3,02

Приложение 4

Определение стоимости перевозки земли лопатами Бенкера с тягой трактором „сталинец-60“

Вес трактора	10 000 кг
Тяговое усилие на первой скорости T_1	5 000 .
Мощность трактора на жидком горючем	72 л. с.

Допускаем в карьерных путях уклон $i = 0,025$, сопротивление движению колесных лопат $\varphi = 0,1$, сопротивление движению трактора $f = 0,08$.
При этих данных определяем вес поезда

$$Q = \frac{F - P(f + i)}{\varphi + i} = \frac{5\,000 - 10\,000(0,08 + 0,075)}{0,1 + 0,025} = \frac{5\,000 - 1\,050}{0,125} = \frac{3\,950}{0,125} = 31\,500 \text{ кг.}$$

Грузоподъемность лопаты Беккер $0,75 \text{ м}^3 \times 1,6 = 1,2 \text{ т}$
Собственный вес лопаты 2,0 „
Полный вес 3,2 т

По расчетному тяговому усилию трактор в состоянии тащить 10 лопат. Но так как трактор производит работу по заполнению лопат, то Е. Н. В. практически установлен и принят поезд из четырех лопат общим весом $3,2 \times 4 = 12,8 \text{ т}$. Из этого следует, что во время перевозки трактор загружен меньше, чем наполовину, и перевозка может производиться на второй скорости ($4,2 \text{ км/час} = 1,17 \text{ м/сек.}$).

По § 38 Е. Н. В. производительность поезда за 8-часовой рабочий день равняется:

при дальности возки	75 м	324 м ³
"	100 "	28 "
"	200 "	143 "
"	300 "	95 "
"	400 "	75 "

Определим стоимость агрегатодня:

Амортизация трактора при стоимости с доставкой 14 500 руб.
и работе в течение 10 000 час. падает на одну смену
 $\frac{14\,500 \times 8}{10\,000} = 11 \text{ р. } 60 \text{ к.}$

Амортизация четырех лопат Беккера при цене за штуку 3 940 руб. и амортизации в течение 2 000 дней
 $\frac{3\,940 \times 4}{2\,000} = 7,9 \text{ руб.}$

Ремонт и запасные части 270% амортизации... $(11,6 + 7,9) 2,7 = 52 \text{ р. } 60 \text{ к.}$

Заработная плата:

тракториста	14 руб.
скреперщиков 2×8	16 "
Итого	30 руб.

Горючее и смазка:

горючее из расчета $50 \times 0,3 \times 8 = 120 \text{ кг}$ в день, из них	
бензина для пуска 7 кг	7 руб.
лигроина $113 \times 0,8$	90 "
смазка и обтирка	16 "
Итого горючее и смазка	113 руб.
Итого стоимость машиносмены	215,1 "

Зная дневную производительность агрегата при различных расстояниях возки и себестоимость агрегатодня, можно определить стоимость перевозки 1 м³ земли на различные расстояния.

Лопаты разгружаются автоматически скреперщиками. Поэтому добавочный расход на их разгрузку, необходимый при перевозке в вагонах, здесь отсутствует. Все полученные данные сведены в таблице.

Расстояние возки L в м	Производительность в смену S в м³	Стоимость перевозки 1 м³ на расстояние L в руб.
75	324	0,82
100	258	1,03
200	143	1,87
300	95	2,81
400	75	3,56

Приложение 5

Определение стоимости перевозки грунта на тачках

Для определения стоимости чистой перевозки земли на тачках сначала определяем по § 55 Е. Н. В. нормы и расценки на рытье с перевозкой на 10 м, а затем по § 43 тех же Е. Н. В. — расценки на чистую погрузку на приборы перемещения. Разность между этими величинами и составит расценку за чистую перевозку.

Все эти расчеты приведены в таблице.

Профиль пути тачек предположен с уклоном 4%.

Расстояние перевозки L (ал) в м	Категория грунта			
	I	II	III	IV
Стоимость рытья по § 55 в руб.				
—	0,51	0,57	0,62	0,84
Стоимость перевозки в руб.				
10	0,087	0,087	0,097	0,108
20	0,174	0,174	0,193	0,216
30	0,262	0,262	0,290	0,325
40	0,349	0,349	0,387	0,432
50	0,435	0,435	0,483	0,540
60	0,523	0,523	0,580	0,649
70	0,611	0,611	0,677	0,757
80	0,698	0,698	0,773	0,865
90	0,783	0,783	0,872	0,975
100	0,872	0,872	0,968	1,080
125	1,045	1,045	1,161	1,288
140	1,218	1,218	1,352	1,512
160	1,394	1,394	1,549	1,735
180	1,568	1,568	1,740	1,940
200	1,740	1,740	1,935	2,160

Несущие канаты

Приложение 6

Конструкция (сильная свивка)	Диаметр в мм		Разрывающее напряжение проволок в кг/мм ²											
	каната	проволок	90						110		120		130	
			Разрывное сопротивление каната в кг (не менее)											
			суммарное	агрегатное	суммарное	агрегатное	суммарное	агрегатное	суммарное	агрегатное	суммарное	агрегатное		
1+6+12	15,0	3,0	134,2	1,11	650	12 100	10 800	14 770	13 800	16 100	14 500	17 460	15 700	
	16,0	3,2	152,8	1,26	600	13 750	12 200	16 800	15 100	18 310	16 500	19 860	17 800	
	17,5	3,5	182,8	1,51	550	16 450	14 800	20 100	18 000	21 940	19 700	23 760	21 500	
	19,0	3,8	215,5	1,78	450	19 400	17 400	23 700	21 300	25 860	23 200	28 000	25 200	
	20,0	4,0	238,7	1,97	450	21 480	19 300	26 280	23 600	28 640	25 700	31 000	28 000	
	22,5	4,5	302,1	2,50	350	27 200	24 400	33 230	29 900	36 250	32 000	—	—	
	25,0	5,0	373,1	3,08	300	33 600	30 200	41 000	36 900	44 770	40 300	—	—	
	27,5	5,5	451,4	3,73	250	40 600	36 500	49 650	44 600	—	—	—	—	
1+6+12+18	30,0	6,0	537,2	4,44	200	48 350	43 500	59 100	53 100	—	—	—	—	
	24,5	3,5	355,0	2,99	550	32 040	28 200	39 160	34 400	42 700	37 500	46 280	40 700	
	26,5	3,8	419,6	3,82	450	37 760	33 200	46 180	40 500	50 350	44 300	54 550	48 000	
	28,0	4,0	464,9	3,91	450	41 840	36 800	51 000	44 900	55 810	42 100	60 400	53 000	
	31,5	4,5	483,8	4,94	350	52 950	46 600	64 700	56 900	70 600	62 100	—	—	
	35,0	5,0	725,5	6,10	300	65 400	57 500	79 900	70 300	87 180	76 700	—	—	
	38,5	5,5	879,0	7,38	250	79 100	69 600	96 700	85 100	—	—	—	—	
	42,0	6,0	1 046,1	8,79	200	94 100	82 800	115 000	101 200	—	—	—	—	
1+6+12+18+24	34,5	3,8	691,7	5,81	450	62 250	54 700	76 100	66 900	83 000	73 000	89 000	79 000	
	36,0	4,0	767,0	6,40	450	69 000	60 700	84 300	74 100	92 000	80 900	99 650	87 700	
	40,5	4,5	970,1	8,15	350	87 300	76 800	106 700	93 900	116 400	102 400	—	—	
	45,0	5,0	1 197,7	10,05	300	107 800	94 800	131 750	115 900	143 700	126 400	—	—	
	49,5	5,5	1 449,2	12,18	250	130 400	114 700	159 400	140 200	—	—	—	—	
	54,0	6,0	1 734,2	14,43	200	155 200	135 500	189 700	166 900	—	—	—	—	

Тяговые канаты

Конструкция каната	Диаметр в мм		Площадь поперечного сечения всех проволок каната в мм ²	Ориентировочный вес каната в кг/м	Разрывающее напряжение проволок в кг/мм ²							
	каната	проволок			Разрывное сопротивление каната в кг (не менее кг)							
					агрегат- ное	суммар- ное	агрегат- ное	суммар- ное	агрегат- ное	суммар- ное	агрегат- ное	суммар- ное
6,7+1	11,0	1,2	47,5	0,43	6 180	5 500	6 650	5 900	7 120	6 400	7 600	6 800
	12,0	1,3	56,9	0,51	7 260	6 500	7 820	7 000	8 380	7 500	8 940	8 600
	13,0	1,4	84,7	0,39	8 400	7 500	9 050	8 100	9 700	8 700	10 350	9 900
	14,0	1,5	74,3	0,68	9 650	8 500	10 400	9 300	11 150	10 000	11 900	10 700
	15,0	1,6	84,4	0,77	10 970	9 500	11 800	10 600	12 660	11 300	13 500	12 100
	16,0	1,7	95,3	0,87	12 380	11 100	13 340	12 000	14 300	12 800	15 250	13 700
	16,5	1,8	106,7	0,97	13 870	12 400	14 940	13 400	16 000	14 400	17 070	15 300
	17,5	1,9	119,3	1,08	15 500	13 900	16 700	15 000	17 900	16 100	19 080	17 100
6,19+1	17,0	1,1	108,3	0,98	14 080	12 300	15 160	13 300	16 250	14 300	17 300	15 200
	18,5	1,2	128,8	1,18	16 740	14 700	18 100	15 800	19 300	17 000	20 600	18 100
	20,0	1,3	151,6	1,37	19 700	17 300	21 200	18 600	22 700	19 900	24 200	21 300
	21,5	1,4	175,6	1,60	22 800	20 800	24 580	21 600	26 340	23 100	28 100	24 700
	23,0	1,5	201,8	1,83	26 200	23 000	28 250	24 800	30 270	26 600	32 280	28 400
	24,5	1,6	229,1	2,10	29 780	26 200	32 070	28 200	34 360	30 200	36 600	32 200
	26,5	1,7	258,8	2,35	33 640	29 600	36 200	31 800	38 800	34 100	41 400	36 400
	28,0	1,8	289,6	2,64	37 630	33 100	40 550	35 600	43 440	38 200	46 340	40 700
29,5	1,9	326,6	2,94	42 100	37 000	45 300	39 800	48 370	42 700	51 800	45 500	
31,0	2,0	353,8	3,25	46 540	40 900	50 100	44 700	53 700	47 200	—	—	

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I. Особенности лесовозных дорог	3
1. Классификация лесовозных путей	3
2. Определение наивыгоднейшего расстояния трелевки	4
3. Методы проектирования и постройки лесовозных путей различной значимости	10
Глава II. Механизация земляных работ	11
1. Методы расчета распределения земляных масс	11
2. Выбор рационального типа агрегатов для механизации возведения земляного полотна из резерва	16
3. Фрезерный экскаватор	18
Глава III. Механизация работ по постройке мостов лесовозных железных дорог	36
1. Механизация подачи материалов	36
2. Забивка свай и другие работы, связанные с постройкой мостов, и их механизация	47
Глава IV. Механизация работ по укладке пути	48
1. Особенность режима верхнего строения лесовозных дорог	48
2. Укладка пути звеньями	49
3. Заготовка звеньев	49
4. Укладочный поезд	50
5. Экономика работ по укладке пути звеньями	54
6. Погрузка звеньев на состав и укладка их в путь	55
7. Организация укладочного городка	56
8. Механизация работ по подъеме и подбивке пути	57
Глава V. Механизация поселкового строительства	59
1. Номенклатура основных полуфабрикатов, необходимых для сооружения жилых зданий	60
2. Механизация распиловки	61
3. Окончательная обработка полуфабрикатов	65
4. Мощность, потребная для производства строительных полуфабрикатов, и силовое оборудование	68
5. Распределение работы между отдельными станками	68
6. Постройка зданий из заготовленных на заводе полуфабрикатов	69
Глава VI. Рационализация технологического процесса в лесу и порядок изысканий и проектирования лесовозных железных дорог	70
1. Изменение технологического процесса	70
2. Порядок изысканий и проектирования лесовозных дорог	72
Приложения:	
1. Определение стоимости перевозки земли на платформах нормальной колеи с паровозом О ^в 0-4-0	78
2. Определение стоимости перевозки земли на платформах узкой колеи с паровозом № 157 0-4-0	80
3. Определение стоимости перевозки земли на мотовозе Одесского завода с вагонетками „Вестерн“	82
4. Определение стоимости перевозки земли лопатами Беккера с тягой трактором „сталинец-60“	83
5. Определение стоимости перевозки грунта на тачках	85
6. Несущие канаты	86
7. Тяговые канаты	87

ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
5	1 снизу	3600	3600 Q
7	3 сверху	3600	3600 $Q v$
7	1 снизу	число „100“	вынести за знак корня
8	16 снизу	$\frac{x+1,2 L}{v}$	$x + \frac{1,2 L}{v}$
9	3 снизу, в знаменателе	$(x + \frac{1,2}{v})$	$(x + \frac{1,2 L}{v})$
9	1 снизу, в числителе	3100 м	2600 м
15	13 сверху	ширина которого перпендикулярна плоскости чертежа	ширина которого перпендикулярно плоскости чертежа равна B
21	11 и 12 сверху	700 м	700 мм
25	6 снизу	(рис. 26)	(рис. 25)
45	5 сверху	(рис. 24)	(рис. 26)
46	2 сверху		

Цена 2 р. 25 к.

41381

0-23

1938

RLST



0000000364709



С ТРЕБОВАНИЯМИ



на издания Гослестехиздата обращаться во все книжные магазины и отделения Когиза.

При отсутствии литературы на местах заказы направлять в ближайшее от места нахождения заказчика отделение издательства:

Москва, Центр, Рыбный пер., 3, Гослестехиздат.

Ленинград, Чернышев пер., 3, корп. 42, Гослестехиздат.