

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра строительства и эксплуатации автомобильных дорог

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Методические указания
к выполнению курсовой работы
для студентов бакалавров направления 08.03.01
«Строительство», профиль «Автомобильные дороги»*

Воронеж – 2021

УДК 625.7/8 (07)
ББК 39.311-06_я⁷

Составители

Вл.П.Подольский, Ю.И. Калгин, А.С. Строкин, Ф.В. Матвиенко

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: учеб. - метод. пособие / сост.: Вл.П. Подольский, Ю.И. Калгин, А.С. Строкин, Ф.В. Матвиенко; Воронежский ГТУ. - Воронеж, 2021. – 44 с.

Настоящие методические указания являются руководством к выполнению курсовой работы и дают возможность студентам более глубокого усвоения теоретических знаний, необходимых инженеру-дорожнику при строительстве автомобильных дорог.

Предназначены для студентов бакалавриата направления 08.03.01 «Строительство», профиль «Автомобильные дороги».

Ил. 1. Табл. 5. Библиогр.: 9 назв.

УДК 625.7/8 (07)
ББК 39.311-06_я⁷

*Печатается по решению учебно-методического совета
Воронежского ГТУ*

Рецензент – Ерёмин А.В., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой проектирования автомобильных дорог и мостов Воронежского ГТУ

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ | 5 |
| 1.1. Цель и задачи курсовой работы | 5 |
| 1.2. Исходные данные для проектирования и их анализ | 5 |
| 2. РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА | 5 |
| 2.1. Проектирование базисного карьера по добыче и переработке каменных материалов..... | 5 |
| 2.2. Проектирование базы органических вяжущих материалов | 11 |
| 2.2.1. Расчет требуемой производительности базы | 11 |
| 2.2.2. Определение основных размеров битумохранилища | 12 |
| 2.2.3. Тепловой расчет битумохранилища..... | 13 |
| 2.2.4. Битумоплавильные агрегаты..... | 14 |
| 2.2.5. Расчет потребности в электроэнергии | 15 |
| 2.3. Проектирование асфальтобетонных заводов..... | 15 |
| 2.3.1. Определение потребности асфальтобетона..... | 15 |
| 2.3.2. Определение потребности основных материалов | 16 |
| 2.3.3. Проектирование складских помещений | 17 |
| 2.3.4. Определение потребной производительности сушильного барабана | 17 |
| 2.3.5. Тепловой расчет сушильного барабана | 17 |
| 2.3.6. Транспортное оборудование асфальтобетонного завода..... | 19 |
| 2.3.7. Определение производительность винтового конвейера (шнека).. | 19 |
| 2.3.8. Определение производительности пневматического транспорта... | 19 |
| 2.3.9. Расчет потребности энергоресурсов | 20 |
| 2.3.10. Расчет потребности в электроэнергии | 20 |
| 2.3.11. Организация водоснабжения | 21 |
| 2.4. Проектирование заводов по приготовлению цементобетона | 22 |
| 2.4.1. Определение потребности в материалах | 22 |
| 2.4.2. Расчет складов заполнителей и цемента..... | 23 |
| 2.4.3. Расчет потребности воды | 23 |
| 2.4.4. Расчет потребности пара для подогрева материалов в зимнее время | 24 |
| 2.4.5. Расчет потребности в электроэнергии | 25 |
| 2.5. Проектирование базы по приготовлению минерального порошка | 25 |
| 2.5.1. Определение объемов работ по выпуску минерального порошка.. | 26 |

| | |
|--|----|
| 2.5.2. Тепловой расчет сушильного барабана | 27 |
| 2.5.3. Проектирование технологической схемы переработки камня в щебень | 28 |
| 2.5.4. Проектирование складского хозяйства | 28 |
| 2.5.5. Организация водоснабжения | 29 |
| 2.6. Проектирование базы по приготовлению дорожной битумной эмульсии | 29 |
| 2.6.1. Определение потребности в битумной дорожной эмульсии..... | 30 |
| 2.6.2. Определение потребности основных материалов | 31 |
| 2.6.3. Определение потребности битума..... | 31 |
| 2.6.4. Организация водоснабжения | 32 |
| 2.6.5. Расчет потребности в электроэнергии | 32 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 34 |

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. Цель и задачи курсовой работы

Курсовая работа технология и организация работ на предприятиях производственной базы строительства рассчитана на применение и усвоение основ знаний, необходимых инженеру-дорожнику в его практической деятельности при создании оптимальной системы управления технологическими процессами и осуществлении научной организации труда на производственных предприятиях дорожного хозяйства.

Комплексный проект промышленного предприятия содержит следующие основные разделы:

1. Пояснительные записка с кратким изложением содержания проекта;
2. Генеральный план и транспорт;
3. Технологическая часть, включающая:
 - технологию производства;
 - автоматизацию технологических процессов;
 - электроснабжение;
 - энергетические установки;
 - теплоснабжение;
 - охрана труда;
 - техника безопасности;
 - охрана окружающей среды.

1.2. Исходные данные для проектирования и их анализ

Исходными данными для проектирования является индивидуальный бланк – задание на выполнение курсовой работы.

Исходные данные, приведенные в задании, определяют назначение и условия проектирования дорожного производственного предприятия. Конкретные специфические задачи и производственные показатели проектируемого предприятия определяются соответствующими технологическими расчетами, учитывающими конструкцию дорожной одежды, вид и свойства используемых исходных материалов на складах, эксплуатационную производительность оборудования и режим работы.

2. РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.1. Проектирование базисного карьера по добыче и переработке каменных материалов

Годовой объем полезного ископаемого, который необходимо добыть

$$V_{кл} = \frac{V_{щ}}{K_T \cdot K_{щ} \cdot K_n \cdot K_p}, \text{ м}^3, \quad (2.1)$$

где $V_{щ}$ – объем (товарного щебня), м^3 (по заданию),

K_m – коэффициент выхода делового камня из горной массы,

$K_{щ}$ – коэффициент, учитывающий выход делового щебня,

K_n – коэффициент, учитывающий увеличение объема при дроблении и сортировке, (γ_n – объемная масса камня в плотном теле, $\text{кг}/\text{см}^3$,

$\gamma_{щ}$ – средняя объемная масса щебня и отсева, $\text{кг}/\text{см}^3$, $\gamma_{щ} = 1400 \text{ кг}/\text{м}^3$ – для известняка, $\gamma_{щ} = 1700 \text{ кг}/\text{м}^3$ – для гранита),

K_p – коэффициент разрыхления пород после взрывных работ, ($K_p = 1,5$)

$$K_m = \frac{H - h}{H}, \quad (2.2)$$

где h – мощность прослоек, м,

H – общая мощность продуктивной толщи, м.

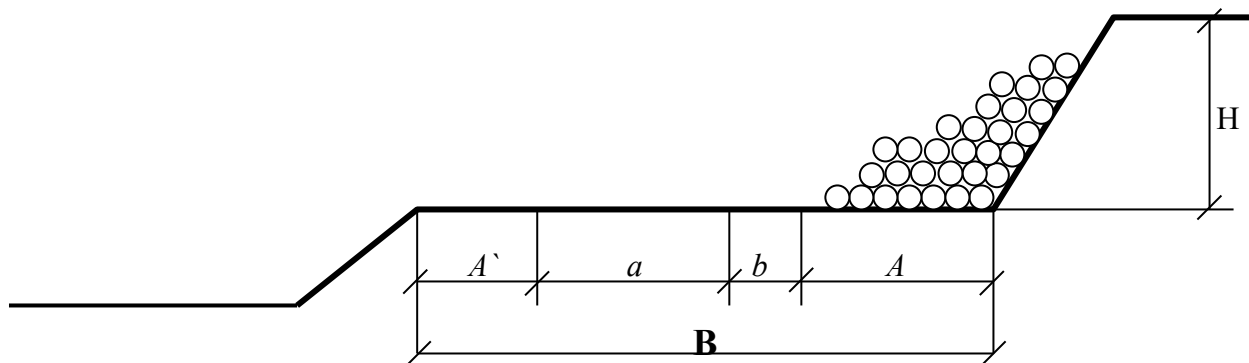


Рис. 1 - Расчетная схема для определения ширины рабочей площадки

$$K_{щ} = K_m \cdot 0,83, \quad (2.3)$$

Аналогично годовой объем вскрышных работ будет равен, м^3

$$V_B = \frac{V_{кл}}{H} \cdot h_B, \quad (2.4)$$

где h – средняя мощность вскрыши (по заданию).

Среднесменный объем добычи, м^3

$$V_{см} = \frac{V_{КП}}{n_{р.д.} \cdot 2}, \quad (2.5)$$

где $n_{р.д.}$ – число рабочих дней, которое принимается при проектировании карьеров в двухсменном режиме работы.

Среднечасовой объем добычи, м^3

$$Q = \frac{V_{см}}{8}, \quad (2.6)$$

Для выбора экскаватора на добыче воспользуемся формулой

$$h \cdot g = \frac{Q \cdot K_p}{60 \cdot K_n \cdot K_{вр}}, \quad (2.7)$$

где h - количество циклов экскавации грунта в минуту /1, табл. 13/,
 g - геометрическая емкость ковша, м³,
 K_p - коэффициент разрыхления грунта при экскавации ($K = 1,1 - 1,35$),
 $K_{вр}$ - коэффициент, учитывающий использование экскаватора по времени в течение смены ($K = 0,9 \div 0,85$),
 K_n - коэффициент наполнения ковша, зависящий от группы пород ($K_n = 0,9 - 0,85$).

Производительность экскаватора должна иметь резерв. Выбрав тип экскаватора и автосамосвалов, исходя из рекомендуемого соотношения между емкостью ковша экскаватора и грузоподъемностью автосамосвала, можно определить основные параметры карьера.

Высота уступа зависит от мощности вскрышных пород и полезного ископаемого. Ширина бермы на вскрышном уступе

$$B = b_3 + b + a + A \quad (2.8)$$

где b_3 - ширина заходки, м

$$b_3 = R_{рез} + R_{раз} - \varepsilon - \frac{2,85}{2}, \quad (2.9)$$

$R_{рез}$ - радиус резания,

$R_{раз}$ - радиус разгрузки (прил. 9),

ε - продолжительность цикла при работе, сек,

a - ширина транспортной полосы с учетом зазора между автомашинами ($a = 7,2$ м),

A - ширина заходки, которая разрыхляется при взрыве скважинными зарядами на нижележащем добычном уступе ($A \approx 12,0$ м),

b - расстояние от забоя до транспортной полосы ($b = 8,5$ м).

Длину фронта работ для экскаватора на добыче принимаем равной 250 м.

Для создания фронта работ протяжением 250 м необходимо разработать объем обнажения лобовой части карьера, м³.

$$V_{л} = L \cdot H_{л} \cdot l, \quad (2.10)$$

где l - расстояние, перпендикулярное фронту работ,

$$l = \frac{H_{л}}{\sin \alpha} \quad (2.11)$$

$H_{л}$ - ширина обнажаемой поверхности по склону, $H_{л} = 10$ м,

α - угол наклона склона ($\alpha \approx 10^0$).

Помимо обнажения лобовой части месторождения на длину фронта необходимо разработать вскрышные породы V_B для создания нормальной рабочей площадки шириной B

$$V_B = h_B \cdot B \cdot 250 \quad (2.12)$$

Таким образом, общий объем разрабатываемых вскрышных пород в период подготовки месторождения равен, м³.

$$V_K = V_{Л} + V_B + V_{OB} \quad (2.13)$$

$$V_{об} = \frac{V_B}{2} \quad (2.14)$$

Ширина отвала вскрышных пород определяется по формуле, м.

$$b^2 = \frac{V_{л} \cdot K_p}{K_{И} \cdot 250 \cdot tg 10^0} \quad (2.15)$$

где K_p - коэффициент разрыхления ($K_p = 1,25$),
 $K_{И}$ - коэффициент использования площадки отвала ($K_{И} = 0,9$),
 b - ширина отвала, м.

Площадь отвала определяется по формуле, м².

$$S = b \cdot 250 \quad (2.16)$$

По мере разработки полезного ископаемого можно заваливать и выработанное пространство, оставляя на подошве карьера площадь достаточной ширины для проведения добычных работ.

Ширина этой площади, м.

$$B_{II} = A + b + a + A' \quad (2.17)$$

где A - ширина развала взорванной горной породы, м.

$$A = (2,7 \div 3) \cdot H \quad (2.18)$$

b - расстояние от взорванной породы до автодороги ($b = 1,0$ м),

a - ширина транспортной полосы ($a = 7,8$ м),

A_0' - расстояние от конца транспортной полосы до отвального уступа ($A_0' = 20$ м).

Следовательно, завалка выработанного пространства возможна при продвижении добычного уступа на B_{II} (м), для чего потребуется произвести дополнительные вскрышные работы, м³.

$$V_0 = B_{II} \cdot h \cdot 250 \quad (2.19)$$

Всего на внешний отвал необходимо вывезти, м³.

$$V = V_K + V_0 \quad (2.20)$$

Необходимая площадь отвала, м².

$$S_0 = \frac{V \cdot 1,25}{0,9 \cdot (b'' \cdot tg 10^0 + H)} \quad (2.21)$$

при $b'' = 39,0$ м.

Среднесменный объем вскрышных работ, м³/смену

$$V_{CM} = \frac{V_K}{n_{p.д.} \cdot 2} \quad (2.22)$$

При средней дальности перемещения пород до 50 м сменная производительность бульдозера, м³/см

$$Q = \frac{100 \cdot T}{\frac{t_1 + t_2}{2} + \frac{t'_1 + t'_2}{2} \cdot \frac{l-10}{10}} \quad (2.23)$$

где T - число часов работы в смену,

t_1, t_2 - нормы времени на разработку 100 м³ грунтов II и III групп при перемещении грунта на 10 м ($t_1 = 0,87$ и $t_2 = 1,04$),

t'_1, t'_2 - нормы времени, учитывающие перемещение грунта на каждые последующие 10 м ($t'_1 = 0,68$ и $t'_2 = 0,78$),

l - дальность транспортировки грунта ($l = 50$ м).

$$Q_{CM} = \frac{V_l}{Q} \quad (2.24)$$

Сменная производительность одного автосамосвала при вывозке вскрышных пород и при транспортировке горной массы определяется по формуле, м³/смену

$$Q_B = \frac{T \cdot K_B \cdot p \cdot K_{ГР} \cdot 60}{t_p \cdot \gamma} \quad (2.25)$$

где T - число часов в смену ($T = 8$ часов),

K_B - коэффициент использования рабочего времени ($K_B = 0,55 \div 0,9$),

p - полезная грузоподъемность автомобиля, т,

$K_{ГР}$ - коэффициент использования грузоподъемности ($K_{ГР} = 1,0$),

γ - объемная масса перевозимого материала, т/м³,

t_p - продолжительность одного рейса, час.

$$t_p = t_1 + \frac{l \cdot 60}{V_1} + t_2 + \frac{l \cdot 60}{V_2} + t_3 \quad (2.26)$$

l - дальность транспортировки, км ($l = 1$ км при транспортировке горной массы, $l = 0,3$ км при вывозке вскрышных пород), V_1 - скорость перемещения с грузом ($V_1 = 15 \div 20$ км/ч),

V_2 - скорость перемещения порожняком ($V_2 = 15 \div 25$ км/ч),

t_2 - время разгрузки ($t_2 = 1$ мин),

t_3 - время на маневры автосамосвала ($t_3 = 2 - 3$ мин),

t_1 - время загрузки автосамосвала, определяется по формуле

$$t_1 = \frac{p}{\gamma \cdot q \cdot n_u} \quad (2.27)$$

где n_u - число циклов экскавации в минуту - 4;

q - емкость ковша (прил. 9).

Количество машин, необходимое для обслуживания экскаватора

$$n = \frac{V'_{с.м}}{Q_B} \quad (2.28)$$

Для рыхлых пород следует проектировать буровзрывные работы скважинным методом.

Для бурения скважин используют станок Урал – 64 с диаметром долота 155 мм.

Параметры буровых работ:

$$W = (0,5 \div 0,8) \cdot H \quad (2.29)$$

W - расчетная линия сопротивления (см. 1, табл. 6),

$$a = 0,9 \cdot W \quad (2.30)$$

a - расстояние между скважинами,

a' - расстояние между рядами;

$$a' = 0,85 \cdot W \quad (2.31)$$

Проектируем двухрядное расположение скважин.

Каждая скважина в среднем разрыхляет целик размером, m^3 .

$$V_{ц} = H \cdot a \cdot \frac{W + a'}{2} \quad (2.32)$$

Для обеспечения сменной добычи необходимо пробурить

$$n_{скв} = \frac{V'_{с.м}}{V_{ц}} \quad (2.33)$$

Чтобы обеспечить годовую добычу, необходимо пробурить

$$n_{год.скв.} = \frac{V_{КП}}{V_{ц}} \quad (2.34)$$

Сменное количество негабарита при скважинных зарядах будет равно 10 % или $V_{СМ}'$, $0,10 = V''_{с.м}$, m^3 .

Для разделки $100 m^3$ требуется 64 м бурения шпуров

$$V_{СМ}''' = \frac{V_{СМ}'''}{100} \quad (2.35)$$

Согласно ЕНиР для бурения 100 м шпура требуется 86 часов работы молота РПМ – 17. Следовательно, для бурения $V_{СМ}'''$ шпура необходимо

$$\frac{86}{100} \cdot \frac{V_{СМ}'''}{8} \approx n \text{ молотков} \quad (2.36)$$

Необходимая производительность компрессора определяется по формуле

$$Q' = a \cdot n_{\text{молотков}} \cdot K_0 \cdot K_{II} \cdot (1 + K_{II} + K_{OX} + K_K + K_{III}) \quad (2.37)$$

где a - расход воздуха одним молотком, $m^3/\text{мин}$ /1, табл. 3/,

K_0 - коэффициент одновременности, зависящий от величины молотков /1, с. 25./

$K_{II} = 1$; $K_K = 0,1$; $K_{II} \approx 0,05 \div 0,3$; $K_{III} = 0,04 \div 0,1$; $K_{OX} \approx 0,2 \div 0,3$.

Объем работ и необходимое оборудование для разработки карьера сводятся в таблицу.

Величина скважинного заряда определяется по формуле, кг.

$$Q = q \cdot a \cdot W \cdot H \quad (2.38)$$

где: q - расчетный удельный расход аммонита № 6 /1, табл. 5, с.28/;
 a - расстояние между скважинами,

$$a = 1,0 \cdot W \quad (2.39)$$

На 1 м³ разрыхляемой породы, кг.

$$f = \frac{Q}{V_{\text{у}}} \quad (2.40)$$

Диаметр скважины определяется по формуле

$$d = \sqrt{\frac{Q}{7,85 \cdot \Delta \cdot (L - 0,75 \cdot W)}} \quad (2.41)$$

где: $\Delta = 1$ кг/дм³ - плотность заряжения,
 L - глубина скважины, $L \approx H$.

Для разделки негабарита в смену потребуется $12 \cdot (V_{\text{CM}}'' / 100)$, кг.

При пересчете на 1 м³ разрабатываемой породы - 0,012 кг, если $V_{\text{CM}}'' < 100$.

Годовой расход взрывных веществ будет равен, кг.

$$m_{\text{В.В.}} = V_{\text{КП}} \cdot (f + 0,012) \quad (2.42)$$

Разработать технологическую схему переработки горной породы в щебень (прил. 7,8).

2.2. Проектирование базы органических вяжущих материалов

2.2.1. Расчет требуемой производительности базы

$$П = K_n \cdot K_1 \cdot B_1 \cdot L \cdot h_1 \cdot \gamma_1 + K_{II} \cdot K_2 \cdot B_2 \cdot L \cdot h_2 \cdot \gamma_2 \quad (2.43)$$

где K_{II} - коэффициент, учитывающий потери материала,

$K_{II} = 1,03 \dots \div \dots 1,05$,

K_1 - 1,03 \div ..1,05 - коэффициент, учитывающий дополнительный расход смеси из-за неровностей основания,

K_2 - 1,005 \div 1,01 - коэффициент, учитывающий дополнительный расход смеси из-за неровностей нижнего слоя асфальтобетонного покрытия,

B_1, h_1 - ширина и толщина нижнего слоя асфальтобетона, м,

B_2, h_2 - ширина и толщина верхнего слоя асфальтобетона, м,

γ_1, γ_2 - плотность смеси слоев, т/м³,

L - протяженность автомобильной дороги, м.

Плановый годовой фонд времени, ч.

$$\Phi_{II} = t_{\text{CM}} \cdot n_{\text{р.д.}} \cdot K_{\text{CM}} \quad (2.44)$$

$t_{\text{CM}} = 8$ ч; $n_{\text{р.д.}}$ = по заданию; $K_{\text{CM}} = 0,9$.

Общее количество органических вяжущих материалов B_{II} , которое должна выпускать база за n дней данное в задании

$$B_{II} = V_1 \cdot q_1 + V_2 \cdot q_2 \quad (2.45)$$

где V_1, V_2 – объем работ по устройству асфальтобетонного покрытия (мелкозернистого, крупнозернистого),

q_1, q_2 - нормы расхода органических вяжущих материалов на единицу объема соответствующих работ, т /прил. 4/.

Количество органических вяжущих с учетом потерь

$$B = B_{II} \cdot K \quad (2.46)$$

где K – коэффициент, учитывающий естественные потери органических вяжущих материалов, равный 1,013.

Единовременный запас вяжущих материалов B_e определяется по формуле, т.

$$B_e = \frac{B_{II} \cdot K}{n_{p.д.}} \cdot H \quad (2.47)$$

где H – норма хранения неснижаемого запаса материалов, в сутках (прил. 6).

Исходя из единовременного запаса определяют тип битумохранилища по (3, табл. 1X.3, с. 210).

Требуемая часовая производительность базы определяется по формул, т/ч,

$$B_{ч} = \frac{B}{K_B \cdot \Phi_{II}} \quad (2.48)$$

где K_B - коэффициент использования времени, равный 0,9.

Исходя из часовой производительности базы определяют вид нагревательно-перекачивающего оборудования битумохранилища с паронагревом по (3, табл. 1X.6, с. 211).

2.2.2. Определение основных размеров битумохранилища

Средняя площадь битумохранилища, м².

$$F = \frac{Q}{h} \quad (2.49)$$

где Q – вместимость битумохранилища, т,

h – толщина слоя битума, м,

Q и h определяются по /3, табл. 1X3, с. 210/.

Принимаем отношение $L/B = 1/5$, где L и B - длина и ширина битумохранилища, тогда

$$L = 1,5 \cdot B \quad (2.50)$$

$$B = \sqrt{\frac{F}{1,5}} \quad (2.51)$$

Размеры и понизу должны быть уменьшены на

$$l = \frac{n \cdot h}{2} \quad (2.52)$$

где $n = 2$,

h - толщина слоя битума, м.

Размеры по добавке на величину

$$l = n \cdot \left(\frac{h}{2} + 0,2 \right) \quad (2.53)$$

Размеры битумохранилища в метрах:

по дну:

$$L_{\delta} = L - l_n \quad (2.54)$$

$$B_{\delta} = B - l_n \quad (2.55)$$

по бровке:

$$L_{\sigma} = L + l \quad (2.56)$$

$$B_{\sigma} = B + l \quad (2.57)$$

2.2.3. Тепловой расчет битумохранилища

Количество тепла, необходимое для нагрева битума в хранилище, кДж/ч,

$$Q^1 = Q_1 + Q_2 \quad (2.58)$$

где Q_1 – количество тепла, затрачиваемое на плавление битума, кДж/ч,

Q_2 – количество тепла, затрачиваемое на подогрев битума, кДж/ч,

$$Q_1 = \mu \cdot G \quad (2.59)$$

где μ – скрытая теплота битума, принимаемая равной 125,5 Дж/кг,

G – количество подогреваемого битума, кг/ч.

$$Q_2 = G \cdot C_{\delta} \cdot (t_1 - t_2) \quad (2.60)$$

где C_{δ} - теплоемкость битума, $C_{\delta} = 1,67 \text{ Дж/кг} \cdot \text{C}^0$;

t_1, t_2 – температура битума в начале и конце подогрева

$$t_1 = 10^0 \quad t_2 = 60^0$$

Общая потребность в тепле с учетом потерь, Дж/ч.

$$Q = 5,02 \cdot Q, \quad (2.61)$$

Поверхность нагрева паровых труб в м^2

$$F_{\text{нагр.}} = \frac{Q_{\text{ОБЩ}}}{K \cdot \left(\frac{T_H + T_0}{2} - \frac{t_1 + t_2}{2} \right)} \quad (2.62)$$

где T_H - температура насыщенного пара, $T_H = 169,6^0 \text{ C}$,

T_0 - температура конденсата, $T_0 = 119,6^0 \text{ C}$,

$t_1 = 10^0 \text{ C}$,

$$t_2 = 60^0 \text{ C},$$

K - коэффициент теплопередачи через стенки стальных труб,

$$K = 46,52 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}) \cdot ^0\text{C}.$$

Длина труб, м

$$l = \frac{F_{нагр}}{f_m} \quad (2.63)$$

где f_m – площадь поверхности 1 м трубы,

$$f_m = \pi \cdot D_n \cdot l_1 \quad (2.64)$$

D_n - диаметр поверхности 1 м трубы, м; $D_n = 0,125$ м,

$$l_1 = 1 \text{ м}.$$

Количество тепла для разогрева битума в приемке Q_4 определяется по формуле, кДж/ч

$$Q_4 = G \cdot C_{\sigma} \cdot (t_2 - t_2') \quad (2.65)$$

$$C_{\sigma} = 1,67 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot ^0\text{C}; \quad t_2 = 90^0\text{C}; \quad t_2' = 60^0 \text{ C},$$

Q_5 - потери тепла в окружающую среду, кДж/ч

$$Q_5 = \alpha_{\text{дн}} \cdot F'_{\text{дн}} \cdot (t_2 - t_0) + \alpha_{\text{ст}} \cdot 2 \cdot (t_2 - t_0) + \alpha_3 \cdot 4 \cdot (t_2 - t_0) \quad (2.66)$$

где $\alpha_{\text{дн}} = 0,4 \text{ ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^0\text{C}$ – коэффициент теплоотдачи от битума ко дну,

$F'_{\text{дн}} = 10 \text{ м}^2$ – площадь дна и стенок, соприкасающихся с грунтом,

$t_0 = 10^0 \text{ C}$ – температура дна и стенок приемки,

$\alpha_{\text{ст}} = 7,0943 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^0\text{C}$ – коэффициент теплопередачи от зеркала битума к воздуху.

$$Q_{np} = Q_4 + Q_5 \quad (2.67)$$

где Q_{np} – полный расход тепла для разогрева битума в приемке, ккал/ч,

Полный расход тепла в отсеке битумохранилища, кДж/ч,

$$Q = Q_{\text{общ}} Q_{np} \quad (2.68)$$

Расход пара на подогрев битума в битумохранилище, кг/ч

$$N = \frac{Q}{q} \quad (2.69)$$

где q - теплосодержание пара ($q = 2773,5 \text{ кДж}/\text{кг}$).

Общий расход пара, кг/ч.

$$N_{\text{общ}} = N + 110 \quad (2.70)$$

где 110 – средний расход пара слива битума из железнодорожных цистерн.

2.2.4. Битумоплавильные агрегаты

Выбор битумоплавильной установки производится из расчета требуемой часовой производительности базы /3, табл. X1.1, с. 246/.

Битумопроводы и битумные насосы определяются из расчета требуемой часовой производительности /3, табл. 1X.7, с. 211/, /1, 18, с.108/.

2.2.5. Расчет потребности в электроэнергии

Общая требуемая мощность W , кВт.

$$W = 1,1 \cdot K_c \cdot \left(\frac{\sum P_c}{\cos \varphi} + \sum P_\delta + \sum P_H \right) \quad (2.71)$$

где P_H, P_δ - в курсовой работе не учитываются, $\cos \varphi \approx 0,75$,

K_c – коэффициент, учитывающий потери мощности, $K_c = 1,05$,

P_c - суммарная мощность силовых установок, кВт.

Исходя из требуемой мощности, подбирают электростанцию по (3, табл. № 32, с. 109).

2.3. Проектирование асфальтобетонных заводов

Проектируя АБЗ, решают следующие основные вопросы выбора места расположения завода, определения объемов работ по выпуску асфальтобетонной смеси – производительность завода и необходимого количества материалов, входящих в состав асфальтобетона; разработки схемы технологического процесса, подбора оборудования и механизмов, разработки средств автоматизации основных технологических процессов, проектирования складского хозяйства, расчета требуемых энергоресурсов, разработки генерального плана завода с учетом размещения основных служб, разработки основных положений по организации строительства завода, расчета необходимого количества работников, определения основных технико-экономических показателей завода.

Требования к качеству поступающих материалов и выпускаемой продукции.

2.3.1. Определение потребности асфальтобетона

Производительность АБЗ $\Pi_{год}$, продукции/год:

$$\Pi_{год} = K_{II} \cdot K_I \cdot B_1 \cdot L \cdot h_1 \cdot \gamma_1 + K_{II} \cdot K_2 \cdot B_2 \cdot L \cdot h_2 \cdot \gamma_2 \quad (2.72)$$

где K_{II} – коэффициент, учитывающий потери материала ($K_{II} = 1,03 \dots 1,05$),

K_I - коэффициент, учитывающий дополнительный расход смеси из-за неровностей основания ($K_I = 1,03 \dots 1,05$),

$B_1 \cdot h_1$ - соответственно ширина и толщина нижнего слоя асфальтобетонного покрытия,

K_2 – коэффициент, учитывающий расход смеси из-за возможных неровностей нижнего слоя асфальтобетонного покрытия ($K_2 = 1,005 \dots 1,01$),

$B_2 \cdot h_2$ – соответственно ширина и толщина верхнего слоя асфальтобетонного покрытия,

γ_1, γ_2 – плотность смеси слоев /прил.1/,

L – общая длина асфальтобетонного покрытия, подлежащего строительству за год.

Плановый годовой фонд времени Φ_{II} , ч.

$$\Phi_{II} = t_{CM} \cdot \Pi_{CM} \cdot n_{p.d.} \cdot K_{CM} \quad (2.73)$$

где t_{CM} - продолжительность смены ($t_{CM} = 8$ ч),

$n_{CM} = 2$ – количество рабочих смен в сутки,

$n_{p.d.}$ - количество рабочих дней,

$K_{CM} = 0,9$ – коэффициент использования оборудования в течение смены.

Часовая производительность АБЗ $Q_{ч}$, т/ч

$$Q_{CM} = \frac{\Pi_{год}}{\Phi_n} \cdot K_n \quad (2.74)$$

где $\Pi_{год}$ - годовая производительность АБЗ,

Φ_n - плановый годовой фонд времени,

K_n - коэффициент неравномерности потребления асфальтобетонной смеси ($K_n = 0,9$).

По найденным $\Pi_{год}, Q_{ч}$ производят выбор основного и вспомогательного оборудования предприятия (прил. 2,3).

2.3.2. Определение потребности основных материалов

Средний часовой расход материалов определяют исходя из среднечасовой производительности по видам смеси.

Расход основных материалов в час рассчитывается по формуле, т.

$$p_{cp} = \frac{q_i \cdot V_i}{\Phi_n} \quad (2.75)$$

где V_i - годовой объем работ по устройству асфальтобетонного покрытия (мелкозернистого, крупнозернистого),

q_i - норма расхода материалов на единицу объема (прил. 4).

Таблица 1

Расход основных материалов в час

| Вид смеси | Выпуск асфальтобетонной смеси, т | Щебень, т | Песок, т | Минеральный порошок, т | Битум, т |
|-----------|----------------------------------|-----------|----------|------------------------|----------|
| | | | | | |
| ИТОГО: | | | | | |

2.3.3. Проектирование складских помещений

Различают три вида запаса: минимальный, максимальный, текущий. Минимальный запас рассчитывается по формуле:

$$Z = m \cdot P_c \cdot K_{\Pi} \quad (2.76)$$

где m - минимальная норма запасов хранения материалов (в днях) принимаемая в зависимости от вида материала и условий доставки его на строительство (прил. 6),

P_c - суточный расход данного материала на строительстве, устанавливаемый расчетом,

K_{Π} - коэффициент, учитывающий потери материала при хранении, погрузке или равный 1,01 – 1,03.

Варианты схем складов и хранилищ приведены в (3, с. 207- 221).

2.3.4. Определение потребной производительности сушильного барабана

Производительность сушильного барабана

$$P_{\sigma} = \frac{P \cdot [100 - (G_{mn} + G_{\sigma})]}{100} \quad (2.77)$$

где P - часовая производительность смесителя, т/ч,

G_{mn} - содержание минерального порошка в смеси, %,

G_{σ} - содержание битума в смеси, % по весу.

Содержание материалов в смеси, % по весу (прил. 5).

Выбор параметров сушильных барабанов производится по (3, табл. X1. 17, с. 262).

2.3.5. Тепловой расчет сушильного барабана

Для обеспечения заданной производительности сушильного барабана производят тепловой расчет топлива в следующем порядке.

1. Тепло (ккал/ч), необходимое для подогрева минерального материала от исходной температуры до температуры интенсивного испарения влаги

$$Q_1' = C_{\mu} \cdot Q_{\sigma} \cdot (t_2 - t_1) \quad (2.78)$$

где C_{μ} - удельная теплоемкость минерального материала

$$(C_{\mu} = 0,2 \text{ ккал/кг} \cdot ^{\circ}\text{C}),$$

Q_{σ} - количество минерального материала, проходящего в 1 ч через барабан, кг,

t_1 - начальная температуры минерального материала, град, $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$,

t_2 - температура, предшествующая интенсивному испарению, град

$$t_2 = 100^{\circ}\text{C}.$$

2. Количество тепла необходимое для нагрева влаги до температуры испарения, ккал/ч.

$$Q_1'' = \frac{C_B \cdot \varphi \cdot Q_{\delta} \cdot (t_2 - t_1)}{100} \quad (2.79)$$

где C_B – температура влаги ($C_B = 1$ ккал/кг \cdot $^{\circ}$ С),

φ – влажность минерального материала, %, $\varphi = 5$ %.

3. Расход тепла (в ккал/ч) на подогрев влажного материала до температуры испарения

$$Q_1 = Q_1' + Q_1'' \quad (2.80)$$

4. Количество тепла (в ккал/ч) необходимое для испарения влаги при постоянной температуре

$$Q_2 = \frac{\varphi \cdot Q_{\delta} \cdot r}{100} \quad (2.81)$$

где r – теплота испарения влаги $t_2 = 100^{\circ}$ С ($r = 542$ ккал/кг).

5. Количество тепла (ккал/ч), необходимое для нагрева паров воды до температуры уходящих из барабана продуктов сгорания

$$Q_3 = \frac{C_{II} \cdot Q_{\delta} \cdot \phi \cdot (t_{yx} - t_2)}{100} \quad (2.82)$$

где t_{yx} – температура уходящих из барабана газов, град, $t_{yx} = 220^{\circ}$ С,

C_{II} – теплоемкость паров воды ($C_{II} = 0,46$ ккал/кг $^{\circ}$ С).

6. Количество тепла, необходимое для нагрева высушенного материала, ккал/ч,

$$Q_4 = C_{\mu} \cdot Q_{\delta} \cdot (t_3 - t_2) \quad (2.83)$$

где: t_3 – температура минерального материала, выходящего из сушильного барабана, $t_3 = 200^{\circ}$ С.

7. Общее количество тепла, необходимое на процесс сушки и нагрев минерального материала, ккал/ч.

$$Q_{полн} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (2.84)$$

8. Потери тепла в окружающую среду через стенку барабана, ккал/ч,

$$Q_5 = K \cdot F \cdot (t_{\delta} - t_{\epsilon}) \quad (2.85)$$

где K – коэффициент теплопередачи через стенку барабана

$$K = \frac{2,2 \cdot (t_{\delta} - t_{\epsilon})^{5/4} + 4 \cdot \left[\left(\frac{t_{\delta} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_{\epsilon} + 273}{100} \right)^4 \right]}{t_{\delta} - t_{\epsilon}} \quad (2.86)$$

где F – наружная поверхность барабана, соприкасающаяся с воздухом, m^2 ,

t_{δ} – средняя температура наружной поверхности барабана ($t_{\delta} = 120^{\circ}$ С),

t_{ϵ} – температура наружного воздуха, $t_{\epsilon} = 22^{\circ}$ С.

9. Полный расход тепла (в ккал/ч) с учетом потерь

$$Q_{пр.} = Q_{полн.} + Q_5 \quad (2.87)$$

2.3.6. Транспортное оборудование асфальтобетонного завода

Часовую производительность ленточного транспортера для подачи щебня и песка вычисляют по формуле, т.

$$П_T = (Щ_ч + П_ч) \cdot K \quad (2.88)$$

где $Щ_ч, П_ч$ – часовая потребность в щебне и песке, т,

K – коэффициент, учитывающий неравномерность загрузки транспортера, равный 1,2.

Производительность ковшового элеватора, т.

$$П_{эл} = Щ_ч \cdot K \quad (2.89)$$

$$П_{эл} = П_ч \cdot K \quad (2.90)$$

Типы оборудования ленточных транспортеров и ковшовых элеваторов приведены в (3, табл. 1У.25 – 1У.26, с. 104).

2.3.7. Определение производительность винтового конвейера (шнека)

Производительность винтового конвейера, т/ч.

$$Q = 60 \cdot F \cdot S \cdot n \cdot \gamma \quad (2.91)$$

где F – площадь поперечного сечения слоя материала в желобе, м²

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (2.92)$$

где D – диаметр винта, равен 0,5 м,

K_1 – коэффициент заполнения поперечного сечения ($K_1 = 0,3 \div 0,45$),

K_2 – коэффициент заполнения при наклонном положении конвейера ($K_2 = 1 - 0,65$, в зависимости от угла наклона),

S – шаг винта ($S = 0,4$),

n – частота вращения винта ($n = 60$ об/мин).

Мощность двигателя винтового конвейера, кВт

$$N = 0,003 \cdot Q \cdot L \cdot w + 0,02 \cdot K_3 \cdot q_m \cdot L \cdot V \cdot w_в \quad (2.93)$$

где L – длина конвейера, м, $L = 8$ м,

w – коэффициент трения материала о стенки желоба ($w \approx 1,2$),

q_m – погонная масса вращающихся частей винтовых конвейеров, кг/м,

$q_m \approx 400$ кг/м ,

K_3 – коэффициент, определяющий характер перемещения рабочего органа, $K_3 = 1,15$,

V – осевая скорость перемещения материала, м/с, $V = 1$ м/с,

$w_в$ – коэффициент, учитывающий потери в подшипниках, $w_в = 0,16$.

2.3.8. Определение производительности пневматического транспорта

Производительность пневмоподъемника определяется исходя из часовой потребности в минеральном порошке. Технические данные пневмоподъемников приведены в (3, табл. 1Х.10, с. 215).

2.3.9. Расчет потребности энергоресурсов

Расчет потребности в паре

Общее количество водяного пара, требуемого для работы АБЗ, кг/ч,

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad (2.94)$$

где q_1 - расход пара на нагрев вяжущего в хранилище, определяется по (3, табл. 1X.6, с. 211),

q_2 - расход пара для распыления топлива в форсунках,

q_3 - расход пара на обогрев битумопроводов,

q_4 - расход пара на отопление,

$$q_2 = q' \cdot Q_{\text{ч}} \cdot q_m \quad (2.95)$$

где q' - удельный расход пара, $q' = 0,6$ кг,

q_m - удельный расход топлива на 1 т приготавливаемой асфальтобетонной смеси, ($q_m = 8$ кг/т),

q_3, q_4 - в курсовой работе не учитываются.

Максимальный расход топлива определяется по (3, табл. X1.6, с. 259).

Расчет потребности в сжатом воздухе

Общее количество сжатого воздуха, м³/мин.

$$V = V_1 + V_2 \quad (2.96)$$

где V_1 - расход воздуха на распыление топлива через форсунки, м³/мин.

V_2 - расход воздуха для транспортировки минерального порошка (см.3, табл. 1X. 11, с. 216).

$$V_1 = \frac{1}{60} \cdot \sum n \cdot V_i \cdot q_T \cdot K \quad (2.97)$$

где n - количество форсунок разного типа, $n = 4$,

V_i - удельный расход воздуха, м³ на 1 кг топлива, $V_i = 0,7$ м³/мин,

Расчетный суммарный расход сжатого воздуха, м³/мин, равен:

$$V_p = K_{\Pi} \cdot V \quad (2.98)$$

где K_{Π} - коэффициент, учитывающий потери воздуха в компрессоре и трубопроводе, $K_{\Pi} = 1,4$.

По полученному расходу сжатого воздуха выбирают компрессорную станцию (1, с. 189, табл. 57).

2.3.10. Расчет потребности в электроэнергии

Общая требуемая мощность равна, Вт

$$W = 1,1 \cdot K_C \cdot \left(\frac{\sum P_C}{\cos \varphi} + \sum P_B + \sum P_H \right) \quad (2.99)$$

где K_C – коэффициент, учитывающий потери мощности, $K_C=1,05$,
 P_C - суммарная мощность силовых установок, Вт, (3, табл. X1.6, с. 259),
 P_H, P_B – мощности наружного и внутреннего освещения в курсовом проекте не учитываются, $\cos \varphi \approx 0,75$.

Исходя из требуемой мощности, подбирают электростанцию по (3, табл. 1У. 32, с. 109).

2.3.11. Организация водоснабжения

Суммарная максимальная потребность в воде, л/смену

$$Q_{max} = q_n + q_x + q_c \quad (2.100)$$

где q_n – расход на промышленные нужды,
 q_x, q_c – расход воды соответственно на хозяйственно-питьевые и санитарно-бытовые нужды, $q_x \approx 300$ л/смену, $q_c = 100$ л/смену

Расход воды на промышленные нужды за смену, л/смену

$$q_n = V_M \cdot n_M + N_A \cdot n_A + F_K \cdot m \cdot n_K + F_T \cdot n_T \quad (2.101)$$

где V_M - объем материала, промываемого за смену, м³,
 n_M - норма воды на промывку 1 м³ загрязненного материала (песка, щебня, гравия), равная 1200... 3000 л,
 N_A - количество автомобилей на объекте, $N_A = 3$,
 n_A - норма воды на мойку одного автомобиля, л/смену (около 250 ...300),
 F_K - площадь поверхности нагрева котла, м², $F_K = 14$,
 m - число котлов, $m = 1$,
 $n_K = 150 \dots 200$ л – норма воды за смену на 1 м² площади нагрева,
 F_T - площадь поливки территории, м² (3, табл. 1У.8, с. 80),
 n_T - норма расхода воды ($n_T = 3 - 4$ л/м²).

Расчетный расход воды в течение смены, л/смену

$$Q_{расч} = \frac{Q_{max} \cdot K_{ут} \cdot K_{нв}}{3600 \cdot T_{см}} \quad (2.102)$$

где $K_{ут}$ – коэффициент, учитывающий утечку воды ($K_{ут} = 1,15 - 1,25$),
 $K_{нв}$ – коэффициент неравномерности водопотребления ($K_{нв} = 1,2 \dots 1,6$),
 $T_{см}$ – продолжительность смены, ч.

Диаметр водопроводных труб определяется по формуле, мм

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot Q_{расч}}{\pi \cdot V}} \quad (2.103)$$

где V – средняя скорость движения воды в трубе, $V = 1,15$ м/с.

2.4. Проектирование заводов по изготовлению цементобетона

Перечень вопросов, подлежащих решению при проектировании и организации ЦБЗ такой же, как и при проектировании АБЗ.

Годовой объем бетонной смеси для участка дороги заданной протяженности можно определить по следующей формуле

$$Q = L \cdot b \cdot h \cdot k_n \cdot k_y \quad (2.104)$$

где L – длина участка дороги, м,

h – толщина бетонного покрытия, м,

b – ширина проезжей части дороги, м,

K_n – коэффициент, учитывающий потери при транспортировании и укладке ($K_n = 1,03$),

K_y – коэффициент, учитывающий дополнительный расход смеси из-за неровностей основания ($K_y = 1,03$).

Плановый фонд рабочего времени определяется по формуле, ч.

$$\Phi_{\Pi} = t_{см} \cdot n_{см} \cdot n_{р.д.} \cdot K_{см} \quad (2.105)$$

где $n_{р.д.}$ – количество рабочих дней,

$t_{см}$ – продолжительность смены ($t_{см} = 8$ ч),

$n_{см} = 2$ – количество рабочих смен в сутки,

$K_{см} = 0,9$ – коэффициент использования оборудования в течение смены.

Требуемая часовая производительность завода определяется по формуле

$$\Pi_{ч} = \frac{Q}{\Phi_{\Pi}} \quad (2.106)$$

По найденной Π производят выбор основного вспомогательного оборудования (прил. 3).

2.4.1. Определение потребности в материалах

На приготовление 1 м³ бетона принят следующий расход материала:

| | |
|------------------------|--------|
| цемент марки 500, кг | - 340 |
| щебень, м ³ | - 0,94 |
| песок, м ³ | - 0,41 |
| вода, л | - 200 |

Исходя из принятых норм расхода и производительности завода можно определить часовую, сменную и годовую потребность в материалах.

Потребность в материалах

| Наименование материалов | Расход материалов | | | |
|----------------------------|-------------------|---------|---------|-------|
| | в час | в смену | в сутки | в год |
| Щебень, м ³ | | | | |
| Песок, м ³ | | | | |
| Цемент, т | | | | |
| Вода, л | | | | |

2.4.2. Расчет складов заполнителей и цемента

Запас заполнителей при доставке автомобильным и железнодорожным транспортом принят:

для песка – 5 суток; для щебня – 5 суток; для цемента – 20 суток.

Емкость склада заполнителей определяется по формуле, м³.

$$V_{ск} = \frac{Q \cdot q_y \cdot 3 \cdot K_{\Pi} \cdot K_{\phi.p.}}{K_3 \cdot T} \quad (2.107)$$

где Q – годовая производительность завода, м³,

q_y – усредненный расход заполнителей, м³, $q_y = 1,35$,

3 – запас заполнителей в днях,

K_{Π} – коэффициент возможных потерь ($K_{\Pi} = 1,04$),

$K_{\phi.p.}$ – коэффициент увеличения объема склада за счет раздельного хранения ($K_{\phi.p.} \approx 1,15$),

K_3 – коэффициент заполнения склада ($K_3 = 0,9$),

T – количество рабочих дней в году, $T = n_{p.d.}$

Расчетной количество цемента для определения емкости заводского склада определяем по формуле, т.

$$V_{CM} = \frac{Q \cdot q_{y.ц.} \cdot 3 \cdot K_{\Pi}}{K_3 \cdot T} \quad (2.108)$$

где $q_{y.ц.}$ – усредненный расход цемента на 1 м³ смеси, т.

Исходя из объема цемента выбирают тип склада и оборудования. Разрабатывается технологическая схема подачи цемента. Тип склада и оборудования (3, табл. 1 x 10 – 12 с. 215).

2.4.3. Расчет потребности воды

Общий расход воды (м³/смену) составит

$$Q_B = \sum (B_{\Pi} + B_{\sigma}) = q_x + q_{\sigma} + q_o + q_{np} + q_n + q_{\sigma.c.} \quad (2.109)$$

где q_x – сменная потребность воды на хозяйственные нужды ($q_x = 3,8$ м³/см),

q_{σ} – потребность воды на бытовые нужды ($q_{\sigma} = 3,9$ м³/см),

q_o - потребность воды на охлаждение компрессорной ($q_o = 14,4$ м³/смену),
 q_{np} - потребность воды на производственные нужды ($q_{np} = 20$ м³/смену),
 q_n - потребность воды на тушение возможного пожара ($q_n = 54$ м³/смену),
 $q_{б.с.}$ - потребность воды на приготовление бетонной смеси, м³.

$$q_{б.с.} = \frac{1,3 \cdot V_{см. воды}}{1000} \quad (2.110)$$

Расчетный расход воды в секунду определяется по формуле, м³/с.

$$q_s = \frac{Q_s \cdot K_{Н.П.} \cdot K_1}{t \cdot 3600} \quad (2.111)$$

где $K_{Н.П.}$ - коэффициент, учитывающий потери воды в неучтенные расходы ($K_{Н.П.} = 1,2$),

K_1 - коэффициент неравномерности потребления воды в смену ($K_1 = 1,3$),

t - продолжительность смены, ч.

Диаметр водопроводных труб (мм) определяется по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot Q_{расч}}{\pi \cdot V}} \quad (2.112)$$

где V - средняя скорость движения воды в трубе, $V = 1,15$ м/с,

$Q_{расч}$ - расчетный расход воды, л/с, $Q_{расч} = q_s \cdot 1000$.

2.4.4. Расчет потребности пара для подогрева материалов в зимнее время

Расход пара на подогрев заполнителей и воды определяется по формуле, кДж/м³

$$Q_{ПАР} = G \cdot [C \cdot (t_k - t_n)] + w \cdot (-0,5 \cdot t_n + 335 + t_k) \quad (2.113)$$

где G - расход материала на 1 м³ бетона, кг,

C - удельная теплоемкость заполнителей в сухом состоянии ($C = 0,84$ кДж/кг·С⁰),

w - абсолютная влажность для заполнителей,

335 - скрытая теплота плавления льда, ккал/кг,

$t_n = -4,6$ °С; $t_k = +20$ °С.

Расход пара на подогрев цемента определяется, кДж/м³.

$$Q_1 = 340 \cdot [0,84 \cdot (20 - (-4,6))] \quad (2.114)$$

Расход пара на подогрев щебня, $Q_2 = 2400$ кДж/м³.

Расход пара на подогрев песка определяется, кДж/м³.

$$Q_3 = q_n \cdot (0,2 \cdot [20 - (-4,6)] + 105 \cdot [-0,5 \cdot (-4,6) + 335 + 20]) \quad (2.115)$$

где q_n - расход песка на 1 м³, кг.

Расход пара (кг) на подогрев заполнителей с учетом потерь в регистрах, кг/м³.

$$Q_{П} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{378} \quad (2.116)$$

Расход пара на подогрев воды $Q_{\text{ч}}$ принимаем равным 10 % от $Q_{\text{п}}$, кг/м³.

$$Q_{\text{ч}} = 0,1 \cdot Q_{\text{п}} \quad (2.117)$$

Общий расход пара на подогрев заполнителей и воды в зимний период, кг/м³.

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{ч}} + Q_{\text{п}} \quad (2.118)$$

Расход пара в сутки определяется по формуле, кг.

$$Q_{\text{сут}} = Q_{\text{общ}} \times P_{\text{сут}} \quad (2.119)$$

где $P_{\text{сут}}$ – суточный объем бетонной смеси, м³.

2.4.5. Расчет потребности в электроэнергии

Общая потребляемая мощность источников электроснабжения:

$$W_{\text{п}} = K_{\text{п}} \cdot \left(\frac{\alpha_1 \cdot W_1}{\cos \varphi} + W_2 + W_3 \right) \quad (2.120)$$

где $K_{\text{п}} = 1,1$ – коэффициент потерь в сети,

$\alpha_1 = 0,75$ – коэффициент спроса,

W_1 – номинальная мощность силовых установок, кВт,

$\cos \varphi = 0,75$ – коэффициент мощности силовых потребителей,

W_2 , W_3 – потребляемая мощность соответственно для наружного освещения территории и внутреннего, кВт.

Номинальную мощность силовых установок W_1 определяют после выбора оборудования предприятия, когда известны общее количество электродвигателей и их типы.

2.5. Проектирование базы по приготовлению минерального порошка

Проектируя базу по приготовлению минерального порошка, решают следующие основные вопросы:

определение объемов работ по выпуску минерального порошка обыкновенного и активированного;

разработка генерального плана базы;

разработка технологического процесса приготовления минерального порошка;

подбор оборудования и механизмов;

разработка средств автоматизации основных технологических процессов;

расчет потребных энергоресурсов;

проектирование складского хозяйства.

2.5.1. Определение объемов работ по выпуску минерального порошка

$$П = K_{II} \cdot K_1 \cdot B_1 \cdot L \cdot h_1 \cdot \gamma_1 + K_{II} \cdot K_2 \cdot B_2 \cdot L_2 \cdot h_2 \cdot \gamma_2 \quad (2.121)$$

где K_{II} – коэффициент, учитывающий потери материала, $K_{II} = 1,03 \dots 1,05$,
 $K_1 = 1,03 \dots 1,05$ – коэффициент, учитывающий дополнительный расход смеси из-за неровности оснований,
 $K_2 = 1,05 \dots 1,10$ – коэффициент, учитывающий дополнительный расход смеси из-за неровностей нижнего слоя асфальтобетонного покрытия,
 B_1, h_1 – ширина и толщина нижнего слоя асфальтобетонного покрытия, м,
 B_2, h_2 – ширина и толщина верхнего слоя асфальтобетонного покрытия, м,
 γ_1, γ_2 – плотность смеси слоев, т/м³,
 L – протяженность автомобильной дороги, м.

Плановый фонд времени Φ_{II} :

$$\Phi_{II} = t_{CM} \cdot n_{CM} \cdot n_{p.d.} \cdot K_{CM} \quad (2.122)$$

где $t_{CM} = 8$ ч,

n_{CM} – количество смен,

$n_{p.d.}$ – количество рабочих дней,

$K_{CM} = 0,9$.

Общее количество минерального порошка A_{II} , которое должна выпускать база за период работы ($n_{p.d.}$)

$$A_{II} = V_1 \cdot q_1 + V_2 \cdot q_2 \quad (2.123)$$

где V_1, V_2 – объем работ по устройству асфальтобетонного покрытия (мелкозернистого, крупнозернистого),

q_1, q_2 – норма расхода минерального порошка на единицу объема, т (прил. 4).

Количество минерального порошка с учетом потерь

$$A = A_{II} \cdot K \quad (2.124)$$

где K – коэффициент, учитывающий естественные потери минерального порошка, равный 1,06.

Требуемая часовая производительность базы определяется по формуле

$$A_{ч} = \frac{A}{K_{\epsilon} \cdot \Phi_{II}} \quad (2.125)$$

где K_{ϵ} – коэффициент использования рабочего времени, равный 0,9.

Исходя из часовой производительности базы, определяют вид оборудования (табл. 52, с. 152, прил. 3, X1 – 7 – X1 II).

2.5.2. Тепловой расчет сушильного барабана

Для обеспечения заданной производительности сушильного барабана делаем тепловой расчет топлива в следующем порядке (3, табл. X1.9 с. 262)

1. Тепло (кДж/ч), необходимое для подогрева минерального материала от исходной температуры до температуры интенсивного испарения влаги

$$Q_1 = C_\mu \cdot Q_\delta \cdot (t_2 - t_1) \quad (2.126)$$

C_μ – удельная температура минерального материала ($C_\mu = 0,84$ кДж),

Q_δ – количество минерального материала, проходящего в 1 час через барабан, кг,

t_1 – начальная температура минерального материала, градус,

t_2 – температура интенсивного испарения – 100^0 С.

2. Количество тепла, необходимое для нагрева влаги до температуры испарения, кДж.

$$Q = \frac{C_\delta \cdot \varphi \cdot \varphi_\delta (t_1 + t_2)}{100} \quad (2.127)$$

где C_δ – теплоемкость влаги – $4,187$ кДж/кг · 0 С,

φ – влажность минерального материала, %.

3. Расход тепла (кДж/ч) на подогрев влажного минерального материала до температуры испарения воды

$$Q_1 = Q_1' + Q_1'' \quad (2.128)$$

4. Количество тепла (кДж/ч), необходимое для испарения влаги при постоянной температуре

$$Q_2 = \frac{\varphi \cdot Q_\delta \cdot Z}{100} \quad (2.129)$$

где Z – теплота испарения влаги при $t_2 = 100^0$ С = 2269 кДж/кг.

5. Количество тепла (кДж/ч), необходимое для нагрева паров воды до температуры уходящих в барабан продуктов сгорания

$$Q_3 = \frac{C_n \cdot Q_\delta \cdot \varphi \cdot (t_{yx} - t_2)}{100} \quad (2.130)$$

где t_{yx} – температура уходящих газов – 220^0 С,

C_n – теплоемкость паров ($C_n = 1,93$ кДж/ч).

6. Количество тепла, необходимое для нагрева высушенного материала

$$Q_4 = C_\mu \cdot Q_\delta \cdot (t_3 - t_2) \quad (2.131)$$

где t_3 – температура материала, выходящего из сушильного барабана (200°C).

7. Общее количество тепла, необходимое на процесс сушки и нагрев минерального материала кДж/ч.

$$Q_{\text{полное}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (2.132)$$

8. Потери тепла в окружающую среду через стенки барабана кДж/ч,

$$Q_5 = K \cdot (t_{\bar{o}} - t_{\bar{e}}) \quad (2.133)$$

где K – коэффициент теплоотдачи через стенку барабана

$$K = 2,2 \cdot (t_{\bar{o}} - t_{\bar{e}})^{5/4} + 4 \left[\left(\frac{t_{\bar{o}} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_{\bar{e}} + 273}{100} \right)^4 \right] \quad (2.134)$$

$t_{\bar{o}}$ – наружная температура поверхности барабана, $t_{\bar{o}} = 100 - 120^{\circ}\text{C}$,

температура наружного воздуха.

9. Полный расход тепла (кДж) с учетом потерь

$$Q_{\bar{o}} = Q_{\text{пол}} + Q_5 \quad (2.135)$$

10. Количество тепла

$$B = \frac{Q}{q} \quad (2.136)$$

где q – количество тепла используемое от сгорания 1 кг горючего в барабане.

2.5.3. Проектирование технологической схемы переработки камня в щебень

Щебень поступает фракции 20 – 70 мм.

Необходим для получения минерального порошка щебень фракции 0 – 20 мм, поэтому его дробят. Типы оборудования приведены в прил. IX.

2.5.4. Проектирование складского хозяйства

Минимальный запас рассчитывается по формуле

$$Z = n \cdot P_c \cdot K_{\text{п}} \quad (2.137)$$

где n – минимальная норма запасов, хранения материалов в днях (прил. 6),

P_c – суточный расход данного материала, т,

$K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери материала при хранении, погрузке и разгрузке, равный 1,01 – 1,03.

Тип склада и оборудования (3, табл. 1X 9 – 1X 12).

2.5.5. Организация водоснабжения

Суммарная максимальная потребность в воде л/смену

$$Q_{\max} = q_n + q_x + q_c + q_{ox} \quad (2.138)$$

где q_n - расход на промышленные нужды л/смену,

q_x, q_c - расход воды на хозяйственно-питьевые и санитарно-бытовые нужды, $q_x = 300$ л/смену, $q_c = 10$ л/смену,

$$q_{ox} = N_a \cdot P_a + F_m \cdot P_m, \quad (2.139)$$

где N_a - количество автомобилей на объекты,

P_a - норма воды на мойку одного автомобиля (около 300 л),

F_m - площадь поливки территории, м² (3, табл. 1У 8 – 9),

P_m - норма расхода воды ($P_m = 3 - 4$ л/м²).

Расчетный расход воды в течение смены, л/с.

$$Q = \frac{Q_{\max} \cdot K_{ут} \cdot K_{н.в.}}{3600 \cdot T_{см}} \quad (2.140)$$

где $K_{ут}$ - коэффициент утечки воды (1,15 – 1,25),

$K_{н.в.}$ - коэффициент неравномерности водопотребления (1,2 – 1,6),

$T_{см}$ - продолжительность в смену, час.

Диаметр водопропускной трубы определяется по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot рас}{\pi \cdot V}} \quad (2.141)$$

где V - средняя скорость движения воды в трубе = 1,15 м/с,

$\pi = 3,14$.

2.5.6. Расчет потребности в электроэнергии

Общая требуемая мощность, равная

$$W = 1,1 \cdot K_c \cdot \left(\frac{\sum P_c}{\cos \varphi} + \sum P_e + \sum P_n \right) \quad (2.142)$$

где K_c - учитывающие потери мощности = 1,15,

P_c - суммарная мощность силовых установок, кВт.

$$P_c = P_1 + P_2 \quad (2.143)$$

где P_1 - силовые установки для получения минерального порошка,

P_2 - силовые установки для получения щебня фракции 0 – 20 мм,

P_e, P_n - внутреннее и наружное освещение (3, табл. 1У 31 с. 108).

2.6. Проектирование базы по приготовлению дорожной битумной эмульсии

Проектируя базы по приготовлению дорожной битумной эмульсии, решают следующие основные вопросы:

- потребность материалов для приготовления эмульсии (объем выпуска дорожной битумной эмульсии дан в задании),
- установки для производства катионных битумных эмульсий,
- технология производства битумных дорожных эмульсий,
- контроль качества эмульсий,
- хранение и транспортировка эмульсий,
- хранение и транспортировка эмульсий, экологическое обеспечение производства битумных эмульсий,
- энергозатраты на производство эмульсий,
- техника безопасности и охрана труда по приготовлению битумных дорожных эмульсий.

Выпуск битумной эмульсии осуществляется по рецептам, приведенным в табл. 3 и 4.

Таблица 3

| Наименование компонентов | Количество компонентов, % | |
|--|---|--|
| | ЭБК – 2 среднераспадающаяся (для ямочного ремонта) | ЭБК – 3 медленнораспадающаяся (для устройства «Сларри – Сил») |
| Битум нефтяной дорожный БНД 60/90, БНД 90/130 | 60 | 62 |
| Вода | 39,34 | 35,58 |
| Эмульгатор | 0,28 (Динорам СЛ) | 1,3 «Полиром Л – 80» |
| Кислота соляная техническая | 0,18 | 0,9 |
| Кальций хлористый (49 % раствор) | 6,20 | 0,22 |

Таблица 4

| Наименование компонентов | Количество компонентов, % |
|--|---------------------------|
| Битум нефтяной, дорожный БНД 60/90, БНД 90/130 | 62 |
| Вода | 33,51 |
| Эмульгатор «Полиром Л 80» | 1,3 |
| Соляная кислота техническая | 0,8 |
| Латекс (в пересчете на сухое вещество) | 2,17 |
| Кальция хлористый (49 % водный раствор) | 0,22 |

2.6.1. Определение потребности в битумной дорожной эмульсии

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_\Pi \cdot K \quad (2.144)$$

где \mathcal{E}_Π - общее количество эмульсии, выпускаемое базой (в задании),
 \mathcal{E} - общее количество эмульсии, выпускаемой базой, с учетом потерь,

K - коэффициент, учитывающий естественные потери эмульсии, равный 1,04.

Требуемая часовая производительность базы определяется по формуле

$$\mathcal{E}_ч = \frac{\mathcal{E}}{K_B \cdot \Phi_{П}} \quad (2.145)$$

где K_B - коэффициент использования времени, равный 0,9,

$\Phi_{П}$ - плановый фонд времени

$$\Phi = t_{см} \cdot n_{см} \cdot n_{р.дн.} \cdot K_{см} \quad (2.146)$$

где $t_{см}$ - время рабочей смены, $t_{см} = 8$ часов,

$n_{см}$ - количество смен,

$n_{р.дн.}$ - количество рабочих дней,

$K_{см}$ - коэффициент сменности, $K_{см} = 0,9$.

По часовой производительности базы выбирают установку по выпуску эмульсии.

2.6.2. Определение потребности основных материалов

Таблица 5

| Вид битумной эмульсии | Выпуск битумной эмульсии, т | Битум нефтяной дорожный, т | Вода, м ³ | Эмульгатор, т | Кислота соляная техническая, т | Кальций хлористый (49 % раствор) |
|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | | | | | | |

2.6.3. Определение потребности битума

Для приготовления дорожной битумной эмульсии необходимы: битум, вода и эмульгатор.

1. Определяем необходимое количество битума для изготовления эмульсии (объем эмульсии дан в задании)

$$P_{бит} = \frac{\mathcal{E} \cdot C \cdot K}{100} \quad (2.147)$$

где C – содержание битума в эмульсии, %,

K – коэффициент, учитывающий потери = 1,04.

2. Расход битума в час, т/ч

$$P_{час} = \frac{P_{бит}}{\Phi} \quad (2.148)$$

где Φ - плановый фонд времени.

По расходу битума в час определяется тип битумоплавильной установки (3, табл. X1 1 с. 246).

2.6.4. Организация водоснабжения

Суммарная максимальная потребность в воде л/смену

$$Q_{\max} = q_n + q_x + q_c + q_{ox} \quad (2.149)$$

где q_n - расход на промышленные нужды, л/смену,

q_x, q_c - расход вода на хозяйственно-питьевые и санитарно-бытовые нужды, $q_x = 300$ л/смену, $q_c = 100$ л/смену,

$$q_{ox} = N_a \cdot \Pi_a + F_m \cdot \Pi_m \quad (2.150)$$

где N_a - количество автомобилей на объекты,

Π_a - норма воды на мойку одного автомобиля (около 300 л),

F_m - площадь поливки территории, м² (3, табл. 1У 8 – 9),

Π_m - норма расхода воды ($\Pi_m = 3 - 4$ л/м²).

$$q_n = \frac{\mathcal{E} \cdot C \cdot K}{3600 \cdot \Pi_{p.d.}} \quad (2.151)$$

где C – содержание воды в эмульсии, %,

$\Pi_{p.d.}$ – рабочих дней по заданию.

Расход воды в течение смены, л/с.

$$Q = \frac{Q_{\max} \cdot K_{ym} \cdot K_{н.в.}}{3600 \cdot T_{см}} \quad (2.152)$$

где K_{ym} - коэффициент утечки воды = 1,15 – 1,25,

$K_{н.в.}$ - коэффициент неравномерности водопотребления + 1,2 – 1,6,

$T_{см}$ – продолжительность в смену, час.

Диаметр водопропускной трубы определяется по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot рас}{\pi \cdot V}} \quad (2.153)$$

где V – средняя скорость движения воды в трубе = 1,15 м/с,

π - 3,14.

2.6.5. Расчет потребности в электроэнергии

$$W = 1,1 \cdot K_c \left(\frac{\sum P_c}{\cos \varphi} + \sum P + \sum P_n \right) \quad (2.154)$$

где K_c – коэффициент, учитывающий потери мощности = 1,15,

P_c – суммарная мощность силовых установок, кВт.

$$P_c = P_1 + P_2 \quad (2.155)$$

где P_1 – силовые установки для получения минерального порошка,
 P_2 – силовые установки для получения щебня фракции 0 – 20 мм,
 $P_в, P_n$ – внутреннее и наружное освещение (3, табл. 1У 31 с. 108).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дубровин Е.Н. Проектирование производственных предприятий дорожного строительства. - М.: Высшая школа, 1975. - 351 с.
2. Сиденко В.М. Технология строительства автомобильных дорог. Ч. Ш. Производственные предприятия дорожного строительства. - Киев: Вища школа, 1970.-252 с.
3. Бочин В.А., Вейман М.И., Зейгер Ф..М. Строительство автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника. - М.: Транспорт, 1980. - 512 с.
4. Колышев В.И., Костин П.П., Силкин В.В., Соловьев Б.Н. Асфальтобетонные и цементобетонные заводы: Справочник. - М.: Транспорт, 1982. - 207 с.
5. Сиденко В.М., Липский Г.Е., Батраков О.Т. Организация, планирование и управление строительством автомобильных дорог. - Киев: Вища школа, 1987.-263 с.
6. Горельшев Н.В. Технология и организация строительства автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1992. - 551 с.
7. СНиП 2.05.02 - 85. Автомобильные дороги. Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. - 56 с.
8. СНиП 3.06.03 - 85. Автомобильные дороги. Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. - 63 с.
9. Методические рекомендации по устройству защитного слоя износа из литых эмульсионно-минеральных смесей типа «Сларри Сил». /Подольский Вл.П., Алферов В.И., Паневин Н.И. - М.: Росавтодор, 2001. - 32 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

СРЕДНЯЯ ПЛОТНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ

| Наименование материалов | Средняя плотность, т/м ³ |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Асфальтобетон: плотный А, Б, В | 2,30 – 2,40 |
| пористый | 2,20 |
| Бетон тяжелый | 2,10 – 2,60 |
| Щебень | 1,75 – 1,95 |
| Гравий | 1,70 – 2,00 |
| Песок | 1,50 – 1,60 |
| Битум | 1,00 |
| Минеральный порошок | 1,30 |
| Цемент | 1,00 – 1,10 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ АСФАЛЬТОСМЕСИТЕЛЬНЫХ
УСТАНОВОК**

| Асфальтосмесительные установки | Тип | Производительность, т/ч | Потребляемая мощность (вт/ч) | Расход топлива на 1 тонну смеси кг/ч; м ³ /ч |
|--------------------------------|---|-------------------------|------------------------------|---|
| ДС – 117 – 2Е | | 25 | | |
| ДС 117 – 2 К | | 32 | | |
| Д – 645 – 2 Г | | 100 | | |
| «Тельтомат» | | 100 | | |
| ДС – 118 - 4 | | 200 | | |
| ДС - 168 | На жидком топливе | 130 - 160 | 420 | 5,6 – 9,5 |
| ДС - 1683 | На жидком топливе микропроцессорной системой управления | 130 - 160 | 420 | 5,6 – 9,5 |
| ДС - 1686 | На природном газе | 130 – 160 | 420 | 6,5 – 10,8 |
| ДС - 16863 | На природном газе с микропроцессорной системой управления | 130 - 160 | 420 | 6,5 – 10,8 |
| ДС - 185 | На жидком топливе | 42 – 56 | 215 | 5,6 – 9,5 |
| ДС - 1853 | На жидком топливе с микропроцессорной системой управления | 42 – 56 | 215 | 5,6 – 9,5 |
| ДС - 18561 | На природном газе | 42 – 56 | 215 | 6,5 – 10,8 |
| ДС - 18563 | На природном газе с микропроцессорной системой управления | 42 - 56 | 215 | 6,5 – 10,8 |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ БЕТНОСМЕСИТЕЛЬНЫХ УСТНОВОК**

| Показатели | Бетоносмесители | | | |
|--|-----------------|---------|-----------|---------|
| | С - 305 | С - 221 | С – 230 А | С - 270 |
| 1. Полезная емкость, л. | 425 | 1200 | 2400 | 4500 |
| 2. Мощность электродвигателя, кВт | 7 | 17 | 25 | 46 |
| 3. Средняя производительность, м ³ /час | 8,5 | 20 | 33 | 60 |
| 4. Вес, кг | 1675 | 4830 | 8681 | 15400 |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4
ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА 100 т АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ, т**

| Наименование материалов | Вид смеси | |
|---------------------------------------|-----------------|----------------|
| | Крупнозернистая | Мелкозернистая |
| Щебень 20- 40 мм, т | 27,8 | |
| Щебень 10 – 20 мм, т | 20,2 | |
| Щебень 5 – 10 мм, т | 15,4 | 39,6 |
| Песок, т | 28,6 | 45,4 |
| Минеральный порошок активированный, т | 3,8 | 9,4 |
| Битум нефтяной дорожный вязкий, т | 4,2 | 5,6 |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 5
СОДЕРЖАНИЕ МАТЕРИАЛОВ В СМЕСИ, % ПО ВЕСУ**

| Материалы | Крупнозернистая смесь | Среднезернистая смесь | Мелкозернистая смесь | Песчаная смесь |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------|
| Песок и щебень | 84 - 85 | 80 - 85 | 77,5 | 71 – 80,5 |
| Минеральный порошок | 8 – 10 | 9 - 13 | 10 - 15 | 12 - 20 |
| Бутим | 5 - 6 | 6 – 7 | 7 – 7,5 | 7,5 – 9,5 |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 6
МИНИМАЛЬНАЯ НОРМА ЗАПАСОВ ХРАНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ
В ДНЯХ**

| Наименование материалов | Доставляются транспортом | | |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------|
| | железнодорожным | автомобильным на расстояние | |
| | | свыше 50 км | до 50 км |
| Битум | 25 - 30 | 15 - 20 | 12 |
| Цемент, минеральный порошок | 20 - 25 | 10 - 15 | 8 – 12 |
| Щебень, гравий, песок | 15 -20 | 7 - 12 | 5 – 10 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАМНЕДРОБИЛОК

Таблица 7.1

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЩЕКОВЫХ КАМНЕДРОБИЛОК

| Показатели | Марки дробилок | | | |
|---|----------------|---------|--------|----------|
| | ЩБС - 4 | ЩДС - 5 | СМ166А | СМ16А |
| 1. Максимальный размер загружаемых камней, мм | 150 | 210 | 210 | 510 |
| 2. Производительность, м ³ /ч | 1,6 - 4 | 6 - 12 | 6 - 30 | 35 - 120 |
| 3. Мощность электродвигателя, Вт | 7 | 14 | 28 | 75 |
| 4. Вес дробилки, т | 1,6 | 3,6 | 5,8 | 15,3 |

Таблица 7.2

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК

| Показатели | Марки дробилок | |
|--------------------------------------|----------------|----------|
| | СМ - 561 | СМ - 560 |
| 1. Ширина загрузочного отверстия, мм | 75 | 115 |
| 2. Производительность, т/ч | 40 | 60 |
| 3. Мощность двигателя, Вт | 28 | 55 |
| 4. Вес дробилки, т | 3,7 | 9,8 |

Таблица 7.3

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЛНОВЫХ ДРОБИЛОК

| Показатели | Марки дробилок | | |
|--------------------------------------|----------------|----------|----------|
| | СМ - 125 | СМ - 191 | СМ - 210 |
| 1. Ширина загрузочного отверстия, мм | 62 | 43 | 110 |
| 2. Производительность, т/ч | 27 | 14 | 165 |
| 3. Мощность двигателя, Вт | 20 | 7 | 75 |
| 4. Вес дробилки, т | 3,3 | 1,07 | 11,8 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРАЦИОННЫХ ГРОХОТОВ

| Показатели | Грохоты | | | |
|----------------------------------|---------|---------|----------|----------|
| | С -96А | СМ-69 | СМ - 570 | СМ-571 |
| 1. Производительность, т/ч | 13 - 16 | 30 - 40 | 55 - 85 | 85 - 130 |
| 2. Мощность электродвигателя, Вт | 4,5 | 5,8 | 4,5 | 7,0 |
| 3. Все грохота, кг | 970 | 2080 | 1850 | 2850 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКСКАВАТОРОВ

| Показатели | Экскаваторы | | | |
|--|-------------|-------|--------|--------|
| | Э -656 | Э-753 | Э-1003 | Э-1251 |
| 1. Емкость ковша, м ³ | 0,65 | 0,75 | 1,0 | 1,25 |
| 2. Наибольший радиус резания, м | 7,8 | 8,8 | 9,8 | 9,9 |
| 3. Наибольший радиус загрузки, м | 7,1 | 7,6 | 8,0 | 8,9 |
| 4. Продолжительность цикла при работе, с | 15 | 15 | 17 | 17 |

Варианты
Карьеры по добыче и переработке каменных материалов

| Варианты | Район проектирования производственных предприятий | Вид материала | Объем материалов, тыс.м ³ | Количество рабочих дней | Объемная масса в плотном теле, кг/м ³ | Мощность продуктивного слоя Н, м | Мощность прослойки h, м | Толщина вскрытия h, м |
|----------|---|---------------|--------------------------------------|-------------------------|--|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1 | Воронежская | гранит | 140 | 140 | 2980 | 14 | 2,10 | 2,20 |
| 2 | Белгородская | гранит | 100 | 105 | 2900 | 12 | 2,17 | 2,30 |
| 3 | Тамбовская | известняк | 135 | 135 | 2560 | 11 | 1,87 | 2,10 |
| 4 | Ростовская | известняк | 160 | 148 | 2650 | 13 | 2,15 | 2,50 |
| 5 | Тульская | известняк | 160 | 153 | 2690 | 10 | 2,14 | 2,40 |
| 5 | Рязанская | известняк | 150 | 138 | 2590 | 9 | 2,86 | 2,15 |
| 7 | Саратовская | гранит | 110 | 120 | 2880 | 8 | 1,68 | 1,85 |
| 8 | Волгоградская | гранит | 150 | 160 | 2882 | 10,50 | 1,76 | 2,00 |
| 9 | Пензенская | известняк | 106 | 105 | 2670 | 11,40 | 1,98 | 2,40 |
| 10 | Курская | известняк | 105 | 110 | 2685 | 12,90 | 2,12 | 2,90 |
| 11 | Воронежская | гранит | 100 | 105 | 2970 | 11,80 | 1,57 | 2,87 |
| 12 | Белгородская | гранит | 95 | 96 | 2976 | 11,60 | 1,47 | 2,97 |
| 13 | Тамбовская | известняк | 110 | 101 | 2645 | 9,90 | 1,15 | 1,97 |
| 14 | Ростовская | известняк | 82 | 90 | 2695 | 13,80 | 1,87 | 3,10 |
| 15 | Тульская | известняк | 93 | 106 | 2685 | 10,97 | 1,65 | 3,30 |
| 16 | Рязанская | известняк | 105 | 112 | 2621 | 8,90 | 1,671 | 2,37 |
| 17 | Саратовская | гранит | 88 | 86 | 2978 | 11,87 | 1,51 | 3,15 |
| 18 | Волгоградская | гранит | 75 | 75 | 2892 | 13,27 | 1,43 | 4,20 |
| 19 | Пензенская | известняк | 68 | 60 | 2631 | 11,65 | 1,37 | 2,47 |
| 20 | Курская | известняк | 63 | 67 | 2605 | 10,87 | 1,40 | 3,20 |
| 21 | Воронежская | гранит | 79 | 75 | 2996 | 9,20 | 1,42 | 2,70 |
| 22 | Белгородская | гранит | 94 | 104 | 2997 | 12,87 | 131 | 3,60 |
| 23 | Тамбовская | известняк | 92 | 115 | 2676 | 13,15 | 1,25 | 3,70 |
| 24 | Ростовская | известняк | 91 | 107 | 2667 | 9,65 | 1,22 | 2,57 |
| 25 | Тульская | известняк | 98 | 91 | 2612 | 8,97 | 1,23 | 1,75 |

Варианты
Базы по приготовлению органических вяжущих

| Варианты | Район проектирования производственных предприятий | Техническая категория дороги | Протяженность дороги | Количество рабочих дней | Поступления материалов по ж/дороге | Поступление материалов а/транспорт ом | Горячий плотный м/зерн. а/бетон, h см. | Пористый крупнозернистый а/бетон, h см. | Поверхностная обработка, h см. |
|----------|---|------------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--|---|--------------------------------|
| 1 | Воронежская | I | 18 | 101 | + | | 4 | 6 | 1,5 |
| 2 | Белгородская | II | 20 | 110 | | 140 | 4 | 6 | 1,5 |
| 3 | Тамбовская | III | 18 | 90 | + | | 5 | 6 | - |
| 4 | Ростовская | I | 19 | 110 | + | | 5 | 6 | 1,5 |
| 5 | Тульская | II | 12 | 115 | | 80 | 4 | 5 | - |
| 6 | Рязанская | III | 19 | 95 | | 40 | 5 | 6 | 1,5 |
| 7 | Саратовская | I | 27 | 115 | | 25 | 6 | 7 | 1,5 |
| 8 | Волгоградская | II | 23 | 120 | | 47 | 4 | 6 | 1,5 |
| 9 | Пензенская | III | 20 | 100 | + | | 4 | 6 | - |
| 10 | Курская | I | 14 | 120 | + | | 4 | 5 | 1,5 |
| 11 | Воронежская | II | 21 | 125 | + | | 5 | 7 | 1,5 |
| 12 | Белгородская | III | 23 | 105 | | 150 | 5 | 7 | - |
| 13 | Тамбовская | I | 12 | 125 | + | | 5 | 6 | 1,5 |
| 14 | Ростовская | II | 25 | 130 | + | | 4 | 6 | 1,5 |
| 15 | Тульская | III | 24 | 110 | | 90 | 5 | 6 | - |
| 16 | Рязанская | I | 18 | 130 | | 45 | 6 | 7 | 1,5 |
| 17 | Саратовская | II | 30 | 135 | | 30 | 5 | 6 | 1,5 |
| 18 | Волгоградская | III | 25 | 120 | | 52 | 4 | 6 | - |
| 19 | Пензенская | I | 16 | 135 | + | | 4 | 6 | 1,5 |
| 20 | Курская | II | 24 | 140 | + | | 6 | 7 | 1,5 |
| 21 | Воронежская | III | 26 | 125 | + | | 5 | 7 | - |
| 22 | Белгородская | I | 18 | 140 | + | | 4 | 6 | 1,5 |
| 23 | Тамбовская | II | 25 | 145 | | 180 | 4 | 5 | 1,5 |
| 24 | Ростовская | III | 27 | 130 | + | | 5 | 6 | - |
| 25 | Тульская | I | 19 | 145 | | 105 | 5 | 6 | 1,5 |

Варианты АБЗ

| Варианты/ группа | Район проектирования производственного предприятия | Техническая категория | Протяженность км. | Количество рабочих дней | Конструкция дорожной одежды | | | Щебень | | Песок | | Мин. удобрения | | Битум | |
|---------------------|--|--------------------------|----------------------|-------------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------|--------|---------------|-------|---------------|----------------|------------------|-------|-----------------------------|
| | | | | | Горяч. Плот, м/зерн. а/б h, см | Пористый кр/зер. а/б h, см | Поверхност. Обраб. h, см | Ж/д | Из карьера | Ж/д | Из карьера | Ж/д | С базы, км | Ж/д | С завода а/трэнсп, км |
| 1 | Воронежская | III | 10 | 50 | 5 | 6 | | | 30 | | 40 | + | | + | |
| 2 | Белгородская | II | 8 | 60 | 5 | 6 | 1.5 | + | | | 30 | + | | | 50 |
| 3 | Тамбовская | I | 6 | 70 | 6 | 7 | | | 25 | + | | + | | + | |
| 4 | Ростовская | II | 19 | 105 | 4 | 5 | | + | | | 30 | | 45 | + | |
| 5 | Тульская | I | 15 | 135 | 6 | 7 | 1.5 | + | | + | | | 30 | | 60 |
| 6 | Рязанская | III | 21 | 120 | 4 | 5 | | | 40 | | 37 | | 42 | | 80 |
| 7 | Саратовская | II | 17 | 95 | 6 | 7 | | | 28 | + | | + | | | 30 |
| 8 | Волгоградская | I | 18 | 150 | 5 | 6 | 1.5 | | 47 | | 32 | + | | | 50 |
| 9 | Пензенская | II | 16 | 90 | 4 | 5 | | + | | + | | + | | | 120 |
| 10 | Курская | III | 22 | 130 | 5 | 6 | | + | | | 37 | | 120 | | 140 |
| 11 | Воронежская | I | 17 | 145 | 6 | 8 | 1.5 | | 90 | | 47 | + | | + | |
| 12 | Белгородская | II | 18 | 100 | 5 | 6 | | | 75 | | 28 | + | | + | |
| 13 | Тамбовская | III | 33 | 140 | 4 | 5 | | + | | | 51 | + | | | 120 |
| 14 | Ростовская | I | 29 | 160 | 5 | 6 | 1.5 | | 85 | | 31 | + | | + | |
| 15 | Подольская | II | 26 | 120 | 5 | 6 | | | 54 | + | | | 28 | | 130 |
| 16 | Рязанская | III | 31 | 150 | 5 | 6 | | + | | + | | | 80 | | 105 |
| 17 | Саратовская | I | 41 | 270 | 6 | 8 | 1.5 | + | | | 21 | + | | | 87 |
| 18 | Волгоградская | II | 21 | 130 | 6 | 7 | | + | | | 28 | + | | | 58 |
| 19 | Пензенская | III | 25 | 160 | 4 | 5 | | + | | + | | + | | + | |
| 20 | Курская | I | 20 | 180 | 5 | 7 | 1.5 | | 104 | + | | | 127 | + | |
| 21 | Воронежская | II | 22 | 140 | 5 | 6 | | | 87 | | 39 | + | | + | |
| 22 | Белгородская | III | 30 | 170 | 5 | 6 | | | 53 | + | | + | | + | |
| 23 | Ростовская | I | 21 | 190 | 6 | 7 | 1.5 | | 47 | | 42 | + | | + | |
| 24 | Тульская | II | 23 | 150 | 4 | 5 | | + | | + | | | 59 | | 127 |
| 25 | Рязанская | III | 27 | 180 | 4 | 5 | | + | | + | | | 101 | | 82 |
| 26 | Саратовская | I | 22 | 200 | 5 | 6 | 1.5 | + | | + | | + | | | 27 |

**Варианты
ЦБЗ**

| Вариант/ группа | Район проектирования производственных предприятий | Техническая категория дорог | Протяженность, км | Количество рабочих дней | Конструкция дорожной одежды, см | Поступления материалов | | | | | |
|--------------------|--|-----------------------------|-------------------|-------------------------|---------------------------------|------------------------|--------------|-------|--------------|--------|--------------|
| | | | | | | Щебень | | Песок | | Цемент | |
| | | | | | | Ж/д | А/трансп. км | Ж/д | А/трансп. км | Ж/д | А/трансп. км |
| 1 | Воронежская | II | 12 | 70 | 19 | | 70 | | 30 | + | |
| 2 | Белгородская | I | 16 | 100 | 24 | + | | | 35 | | 30 |
| 3 | Тамбовская | III | 13 | 55 | 18 | + | | + | | + | |
| 4 | Ростовская | II | 14 | 60 | 20 | | 40 | | 60 | 4- | |
| 5 | Тульская | I | 17 | 120 | 22 | | 105 | + | | + | |
| 6 | Рязанская | III | 16 | 60 | 19 | + | | + | | + | |
| 7 | Саратовская | I | 18 | 125 | 23 | | 65 | | 65 | | 40 |
| 8 | Волгоградская | II | 16 | 80 | 21 | | 112 | | 20 | | 60 |
| 9 | Пензенская | III | 13 | 65 | 20 | + | | + | | + | |
| 10 | Курская | I | 19 | 130 | 21 | + | | + | | | 85 |
| 11 | Воронежская | II | 18 | 90 | 23 | | 80 | | 40 | + | |
| 12 | Белгородская | III | 15 | 70 | 21 | + | | | 45 | | 40 |
| 13 | Тамбовская | III | 19 | 80 | 18 | + | | + | | + | |
| 14 | Ростовская | II | 23 | 95 | 22 | | 30 | | 65 | + | |
| 15 | Тульская | I | 20 | 135 | 20 | | 120 | + | | + | |
| 16 | Рязанская | II | 28 | 102 | 22 | + | | + | | | 80 |
| 17 | Саратовская | I | 16 | 125 | 24 | | 75 | | 75 | | 60 |
| 18 | Волгоградская | III | 26 | 90 | 19 | | 127 | | 80 | | 70 |
| 19 | Пензенская | I | 19 | 140 | 22 | + | | + | | + | |
| 20 | Курская | II | 25 | 105 | 21 | + | | + | | | 90 |
| 21 | Воронежская | III | 26 | 110 | 18 | | 90 | | 50 | + | |
| 22 | Белгородская | II | 28 | 112 | 20 | + | | | 55 | | 50 |
| 23 | Тамбовская | I | 19 | 145 | 23 | + | | + | | + | |
| 24 | Ростовская | III | 29 | 118 | 19 | | 60 | | 70 | + | |
| 25 | Тульская | II | 27 | 120 | 21 | | 125 | + | | + | |

Варианты
Базы по приготовлению минеральной порошка

| Варианты | Район проектирования производ., предприятий | Техническая категория дороги | Протяженность, км | Количество рабочих дней | Вид минерального порошка | Поступления материалов по ж/д | Поступления материалов а/трансп., км | Конструкция дорожной одежды | |
|----------|---|------------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | | | | | | | | горяч, плотн. м/зерн. а/бетон h,см | горяч, плотн. м/зерн. а/бетон h,см |
| 1 | Воронежская | III | 3 | 101 | Обыкновенный | | 80 | 4 | 6 |
| 2 | Белгородская | I | 7 | 110 | Активный | | 90 | 5 | 8 |
| 3 | Тамбовская | III | 6 | 90 | Обыкновенный | + | | 3 | 5 |
| 4 | Ростовская | I | 4 | 110 | Обыкновенный | + | | 4 | 8 |
| 5 | Тульская | II | 8 | 115 | Активный | | 40 | 5 | 6 |
| 6 | Рязанская | III | 7 | 100 | Активный | | 60 | 4 | 6 |
| 7 | Курская | I | 5 | 115 | Обыкновенный | + | | 4 | 7 |
| 8 | Саратовская | III | 11 | 120 | Обыкновенный | + | | 5 | 7 |
| 9 | Волгоградская | III | 11 | 110 | Активный | | 50 | 4 | 6 |
| 10 | Пензенская | I | 3 | 120 | Активный | + | | 5 | 8 |
| 11 | Воронежская | II | 11 | 125 | Активный | | 70 | 4 | 6 |
| 12 | Белгородская | III | 12 | 115 | Обыкновенный | | 100 | 5 | 7 |

Варианты
Базы по приготовлению дорожной битумной эмульсии

| Варианты/ группы | Район проектируемого производственного предприятия | Тип эмульсии | Объем выпуска, тыс. тонн | Количество рабочих дней |
|------------------|--|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 | Воронежская | ЭБК-2 | 15,5 | 195 |
| 2 | Белгородская | ЭБК-3 | 15 | 180 |
| 3 | Тамбовская | тип ЭБК-2 с латексом | 14 | 175 |
| 4 | Ростовская | ЭБК-2 | 14 | 170 |
| 5 | Тульская | ЭБК-3 | 13 | 165 |
| 6 | Рязанская | тип ЭБК-2 с латексом | 13 | 160 |
| 7 | Саратовская | ЭБК-2 | 12 | 155 |
| 8 | Волгоградская | ЭБК-3 | 12 | 150 |
| 9 | Пензенская | тип ЭБК-2 с латексом | 13 | 145 |
| 10 | Курская | ЭБК-2 | 12 | 140 |
| 11 | Воронежская | ЭБК-3 | 11 | 135 |
| 12 | Белгородская | тип ЭБК-2 с латексом | 11 | 130 |
| 13 | Тамбовская | ЭБК-2 | 10 | 125 |
| 14 | Ростовская | ЭБК-3 | 10 | 120 |
| 15 | Тульская | тип ЭБК-2 с латексом | 10 | 115 |
| 16 | Рязанская | ЭБК-2 | 13 | 160 |
| 17 | Саратовская | ЭБК-3 | 12 | 160 |
| 18 | Волгоградская | тип ЭБК-2 с латексом | 8 | 95 |
| 19 | Пензенская | ЭБК-2 | 7 | 90 |
| 20 | Курская | ЭБК-3 | 7,5 | 85 |
| 21 | Воронежская | тип ЭБК-2 с латексом | 78 | 80 |
| 22 | Белгородская | ЭБК-2 | 6,1 | 75 |
| 23 | Тамбовская | ЭБК-3 | 3,3 | 40 |
| 24 | Ростовская | тип ЭБК-2 с латексом | 6,3 | 65 |
| 25 | Тульская | ЭБК-2 | 5 | 60 |

Методические указания

Подольский Владислав Петрович
Калгин Юрий Иванович
Строкин Александр Сергеевич
Матвиенко Федор Валентинович

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Методические указания

Подписано в печать 15.12.2021 формат 60×84 1/1 Уч.-изд. л. 6,
Усл.-печ. л. 6. _____
Воронежский ГТУ 394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84