МИНИСТЕРСТВО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА РСФСР

ИНСТРУКЦИЯ ПО РАСЧЕТУ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ТЯЖЕЛОВОЗНЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

ВСН 543-87

Минавтотранс РСФСР

МОСКВА 1987

gost.e-ecolog.ru

Инструкция по расчету нежестких дорожных одежд для специализированных тяжеловозных автотранспортных средств ВСН 543-

РАЗРАБОТАНА Союзпромтрансниипроектом Госстроя СССР(канд. техн. наук А.Г.Колчанов-руководитель темы, А.Е. Евтеев, А.Ю. Заньков), Киевским автомобильно-дорожным институтом Минвуза УССР (д-р техн. наук Б.С. Радовский), Госдорнии Миндорстроя УССР (канд. техн. наук А.С. Супрун) с участием ПКБ с/о "Спецтяжавтотранс" Минавтотранса РСФСР (канд. техн. наук А.С.Диамидов, М.В.Пахомов).

ВНЕСЕНА И ПОДГОТОВЛЕНА К УТВЕРЖДЕНИЮ Союзпромтрансниипроектом Госстроя СССР и ПКБ с/о "Спецтяжавтотранс" Минавтотранса РСФСР.

СОГЛАСОВАНА Минавтодором РСФСР (А.И. Климович)

Инструкция содержит указания по проектированию дорожных одежд как для разовых, так и для регулярных перевозок (например, на внутризаводских дорогах)крупногабаритных и тяжеловесных грузов, а также по оценке возможности проезда по существующим дорогам.

Основой для разработки документа послужили положения "Инструкции по проектированию дорожных одежд нежесткого типа " ВСН 46-83, развитые и дополненные авторами с учетом специфики движения специализированных тяжеловозных автотранспортных средств. В настоящей инструкции были также использованы материалы исследований, выполненных Гипродорнии Минавтодора РСФСР (канд.техн. наук В.К. Апестин,канд.техн.наук А.В.Руденский).

Инструкция предназначена для работников проектных подразделений минавтодоров и минавтотрансов союзных республик, проектных подразделений министерств и ведомств, осуществляющих перевозки крупногабаритного тяжеловесного оборудования.

МИНИСТЕРСТВО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА РСФСР

Согласована
Минавтодором РСФСР
5 января 1987 г.

Утверждена
Минавтотрансом РСФСР
14 июля 1987 г.
№ ВБ-14/1019

ИНСТРУКЦИЯ

ПО РАСЧЕТУ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ТЯЖЕЛОВОЗНЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

ВСН 543-87

Минавтотранс РСФСР

Вводится впервые

Срок действия
с 14.7.87 г.

МОСКВА 1987

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения..... 3

2. Расчетные параметры..... 5

3. Расчетные характеристики грунтов и материалов дорожной одежды..... I6

4. Расчет дорожных одежд на прочность..... 39

4.I. Расчет дорожных одежд по допускаемому упругому прогибу..... 39

4.2. Расчет дорожных одежд по сдвигу в грунте и слабосвязных материалах..... 39

4.3. Расчет дорожных одежд по растягивающим напряжениям при изгибе верхних монолитных слоев..... 45

5. Проектирование усиления одежд на существующих дорогах..... 48

Приложение I. Примеры расчета дорожных одежд..... 50

Приложение 2. Значения основных расчетных параметров для специализированных тяжеловозных автотранспортных средств и автомобилей общего назначения..... 64

Приложение 3. Схемы расположения колес специализированных тяжеловозных автотранспортных средств..... I0I

Подп. к печ. 2.07.87 Формат 60x84/16 Печать офсетная
Усл. печ. л. 6,74 Усл.-кр. отт.3892 Уч.-изд.л. 6,5
Тираж 540 экз. Изд. № 306 Цена 1р.30к. Заказ 323

Ротапринт ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР: I23514,
Москва, ул.Героев Панфиловцев, 24

625. 1093, 25)

Министерство автомобильного транспорта РСФСР (Минавтотранс РСФСР)	Ведомственные строительные нормы	ВСН 543-87 Минавтотранс РСФСР
	Инструкция по расчету нежестких дорожных одежд для специализированных тяжеловозных автотранспортных средств	

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящая инструкция содержит указания по проектированию и оценке прочности одежд существующих автомобильных дорог при воздействии на них специализированных тяжеловозных автотранспортных средств (СТАС).

I.2. К специализированным тяжеловозным автотранспортным средствам относятся: многоосные многоколесные автотранспортные средства самоходного и прицепного типа, предназначенные для перевозки тяжеловесного и крупногабаритного оборудования, а также заводской автотранспорт для перевозки жидких шлаков, слябов и других технологических грузов.

I.3. Толщину дорожной одежды и ее отдельных конструктивных слоев следует определять расчетом в соответствии с ожидаемыми интенсивностью и составом движения, расчетными характеристиками грунта земляного полотна и материалов слоев дорожной одежды.

Задачей расчета дорожных одежд на прочность является определение оптимальных толщин слоев дорожной конструкции с заданными деформативными и прочностными характеристиками.

Внесена Союзпромтрансниипроектом Госстроя СССР и ПКБ с/о "Спецтяжавтотранс" Минавтотранса РСФСР	Утверждена распоряжением Министерства автомобильного транспорта РСФСР от I4 июля I987 г.	Срок введения в действие с I4 июля I987 г.

I.4. Дорожные одежды в общем случае следует рассчитывать по трем критериям: сопротивление сдвигу в грунтах и слоях из слабосвязных материалов; сопротивление растяжению при изгибе монолитных слоев; сопротивление упругому прогибу всей конструкции.

Одежды с покрытиями переходного типа - щебеночными, гравийными и из других прочных минеральных материалов, а также из грунтов и малопрочных каменных материалов, обработанных вяжущими, мостовые из булыжного и колотого камня следует рассчитывать только по двум критериям - сдвигу в грунте и упругому прогибу при соответствующем уровне надежности (см. табл. I.2).

На сдвиг рассчитываются малосвязные материалы в конструктивных слоях дорожных одежд (песок, гравий, материалы и грунты, укрепленные органическими вяжущими).

На растяжение при изгибе рассчитываются монолитные слои из асфальтобетона, дегтебетона, а также из материалов и грунтов, укрепленных комплексными и неорганическими вяжущими.

I.5. При проектировании дорожных одежд для регулярного движения СТАС расчет производят по трем критериям, для разовых проездов-по критерию сдвигоустойчивости в грунтах земполотна. При проверке прочности дорожной конструкции в случае разовых проездов СТАС по существующим автодорогам расчет производят по критерию сдвигоустойчивости в грунтах и слабосвязных материалах, а также растяжению при изгибе в монолитных слоях.

I.6. При назначении конструкций дорожных одежд необходимо принять во внимание, что наименьшая толщина слоев должна соответствовать значениям, указанным в таблице I.I (в сантиметрах).

Таблица I.I.

асфальтобетон (дегтебетон) крупнозернистый.....	6-7
то же, мелкозернистый.....	3-5
то же, песчаный.....	3-4
то же, холодный.....	3
щебеночные (гравийные) материалы, обработанные органическими вяжущими.....	8
щебень, обработанный по способу пропитки.....	8
щебеночные и гравийные материалы, не обработанные вяжущими, на песчаном или грунтовом основании.....	I5
то же на прочном основании (каменном или из укрепленного грунта).....	8

грунты и малопрочные каменные материалы, обработанные органическими, комплексными или неорганическими вяжущими..... 10

грунт повышенной прочности (для разовых перевозок по вновь проектируемым дорогам толщина может отличаться от указанной)..... 50

I.7 Конструкция дорожной одежды считается прочной, если коэффициент прочности по каждому из критериев больше или равен значению $K_{пр}$, найденному с учетом требуемого уровня надежности $K_н$ проектируемой одежды (см. табл. I.2).

Таблица I.2.

Тип одежды и покрытия	$K_н$	$K_{пр}$
Дорожные одежды капитального типа	0,95	I,0
Одежды облегченного типа	0,90	0,94
Переходные дорожные одежды	0,60	0,63

Примечание. В случае движения СТАС по существующим автомобильным дорогам значение $K_{пр}$ принимается по таблице I.2 в зависимости от типа покрытия. При проектировании автодорог, предназначенных только для разовых проездов СТАС, принимается значение $K_{пр} = 0,50$.

I.8. Если проектируемая дорога предусмотрена для постоянной эксплуатации, общая толщина конструктивных слоев дорожной одежды должна быть рассчитана на морозоустойчивость и осушение. Этот расчет, а также конструирование дорожных одежд и земляного полотна должны осуществляться в соответствии с ВСН 46-83.

2. РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СТАС

При расчете дорожных одежд значения параметров расчетной нагрузки определяют в следующей последовательности:

2.I. Вычисляют эквивалентную колесную нагрузку $Q_i^э$ для каждой оси автотранспортного средства. В качестве величины эквивалентной нагрузки принимается нагрузка на одиночное колесо, вызывающая в дорожной одежде такой же уровень напряженно-деформированного состояния, который наблюдается при одновременном воздействии на дорожную одежду рассматриваемой группы колес транспортного средства. Величину $Q_i^э$ определяют по формуле:

$$Q_i^э = Q_к \cdot K_д (\Sigma q + I)(\Sigma q_y + I), \qquad (2.I)$$

где $Q_к$ – нагрузка на рассматриваемое колесо транспортного средства, кН;

$K_д$ – коэффициент динамичности приложения нагрузки, принимаемый равным 1,1;

Σq – сумма коэффициентов, характеризующих влияние колес впереди (q^+) и позади (q^-) идущих осей на напряженно-деформированное состояние под рассматриваемым колесом транспортного средства;

Σq – сумма коэффициентов, характеризующих влияние других колес рассматриваемой оси.

Коэффициенты q^+, q^- и q определяются по номограммам на рис. 2.1 – 2.3 в зависимости от отношений $E_{ср}/E_{гр}$, $H/Д$ и $r/Д$, где $E_{ср}$ – средневзвешенный модуль упругости дорожной одежды, определяемый по формуле:

$$E_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} E_i h_i}{\sum_{i=1}^{n} h_i}, \qquad (2.2)$$

где n – число слоев дорожной одежды;

E_i – модуль упругости i-го слоя МПа;

h_i – толщина i-го слоя, см;

$E_{гр}$ – модуль упругости грунта земляного полотна, принимаемый по табл. 3.2, 3.6 в зависимости от расчетной влажности грунта или по результатам полевых испытаний (в случае разовых проездов), МПа;

H – суммарная толщина слоев дорожной одежды, см;

$Д_к$ – диаметр отпечатка движущегося колеса, определяемый по формуле, см:

$$Д_к = \sqrt{\frac{40 \cdot K_д \cdot Q_к}{\pi \cdot p}}; \qquad (2.3)$$

p – давление воздуха в пневматиках колес транспортного средства, МПа;

r – расстояние от расчетного сечения до рассматриваемых точек, см.

Порядок определения коэффициентов q^+, q^- и q показан на номограммах (рис. 2.1-2.3) пунктиром; при $r/Д < 1$ коэффициенты влияния следует определять интерполяцией (при $r/Д = 0$ эти коэффициенты принять равными 1).

Значения эквивалентных осевых нагрузок Q'_i для различных транспортных средств приведены в таблице 1 приложения 2.

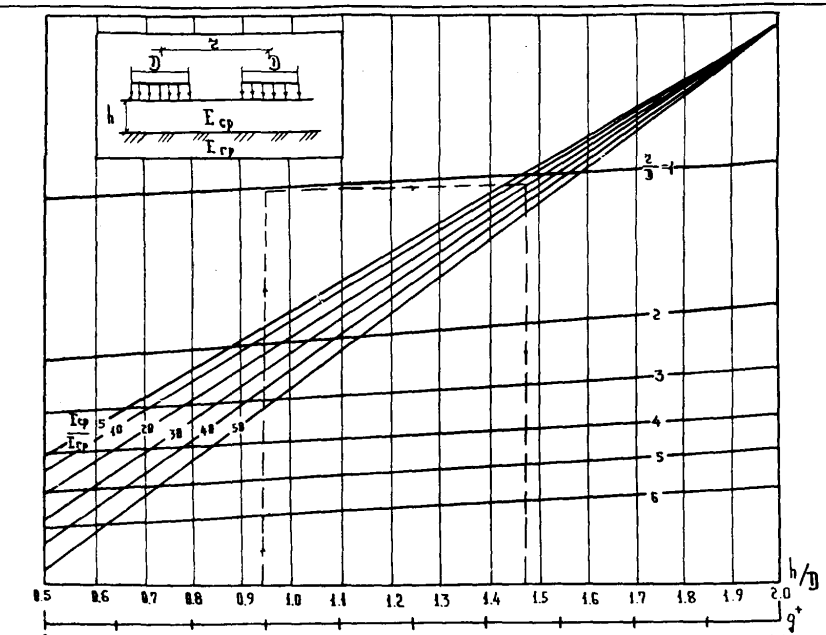


Рис. 21 Номограмма для определения коэффициентов влияния (впереди колеса).

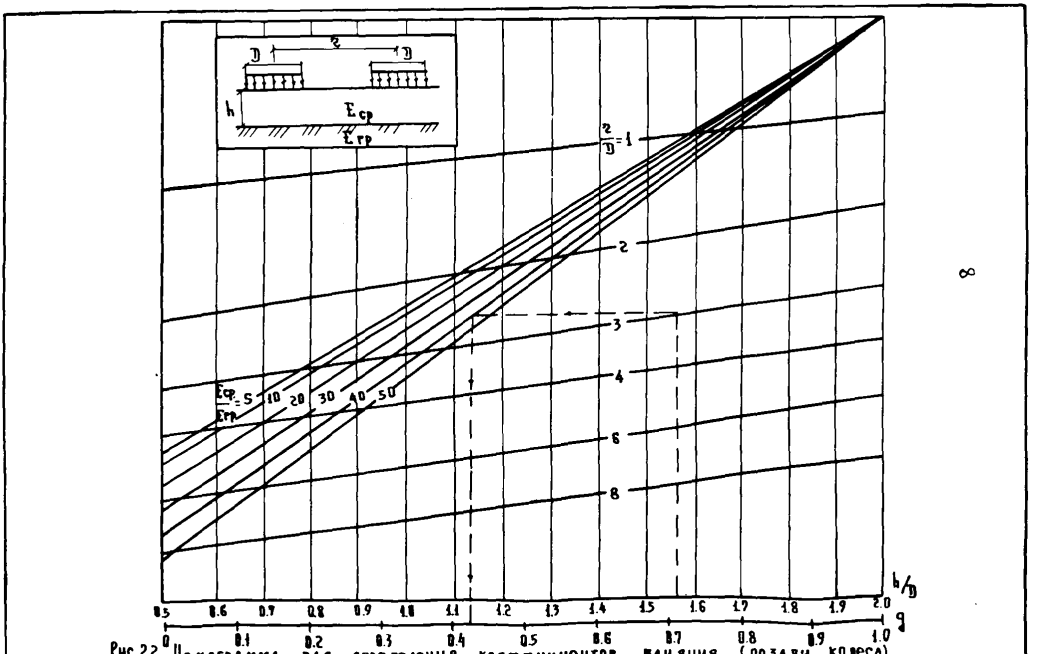


Рис.22 Номограмма для определения коэффициентов влияния (позади колеса).

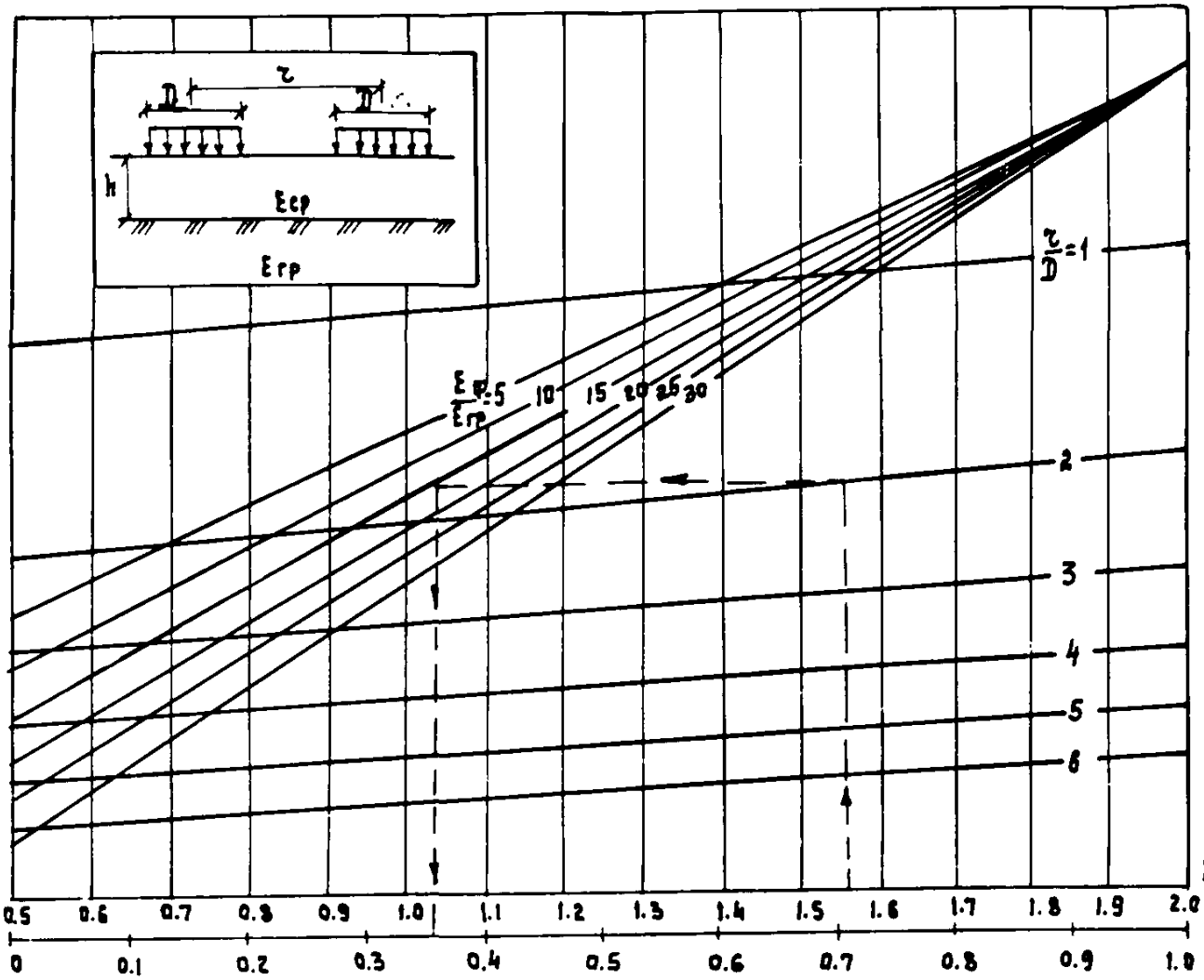


Рис.2.3. Номограмма для определения коэффициентов влияния в поперечном направлении.

2.2. Определяют расчетные нагрузки.

2.2.I. Для регулярного движения: при наибольшей колесной нагрузке $Q^{к}_{max} \leq 65$ кН за расчетную нагрузку принимается нагрузка группы А ($Q_р$ = 65 кН, $Д_р$ = 37 см; р = 0,6 МПа). Приведение эквивалентных осевых нагрузок к группе А осуществляется в зависимости от толщины дорожной одежды Н и отношения $Н/Д^{э}_{i}$ по графику на рис. 2.4 (для давления в пневматиках колес р = 0,7 МПа); эквивалентный диаметр отпечатка определяется по формуле:

$$Д^{э}_{i} = \sqrt{\frac{40 \cdot Q^{э}_{i}}{\pi \cdot p}} \qquad (2.4)$$

В случае, если величина давления отличается от 0,7 МПа, значение коэффициента приведения S_i следует умножить на поправочный коэффициент К, определяемый по графику на рис. 2.6.

При наибольшей колесной нагрузке $Q^{к}_{max} > 65$ кН в качестве расчетной принимается нагрузка $Q_р$ = 227 кН с расчетным диаметром отпечатка $Д_р$ = 66 см и удельным давлением на покрытие р = 0,55МПа. Приведение эквивалентных осевых нагрузок к расчетной в этом случае осуществляется по графику на рис. 2.5 (для давления в пневматиках р = I,0 МПа). Значения поправочных коэффициентов определяются по графику на рис. 2.6.

2.2.2. Для разового проезда СТАС по проектируемой дороге за расчетную принимается наибольшая эквивалентная осевая нагрузка $Q^{э}_{max}$.

2.2.3. Для разового проезда СТАС по существующей дороге при расчете на сдвигоустойчивость за расчетную нагрузку принимается наибольшая эквивалентная осевая нагрузка $Q^{э}_{max}$.

При расчете на растяжение при изгибе монолитных слоев за расчетную нагрузку принимается наибольшая нагрузка на колесо $Q^{к}_{max}$ (в случае спаренных колес принимается нагрузка на спаренное колесо).

2.3. Вычисляют приведенную интенсивность движения.

2.3.I. Для регулярного движения СТАС и автомобилей других марок приведенная интенсивность движения определяется по формуле:

$$N_р = f_{пол} \left(\sum_{i=1}^{n} N_i \cdot S_i + \sum_{j=1}^{m} N_j \cdot S_j \right), \qquad (2.5)$$

где $f_{пол}$ - коэффициент, учитывающий число полос движения и распределение движения по ним (для проезжей части с одной полосой движения $f_{пол}$ = I,0, с двумя полосами движения - $f_{пол}$ = 0,55, с тремя полосами движения $f_{пол}$ = 0,50);

N_i - количество проездов в сутки в обоих направлениях каждой

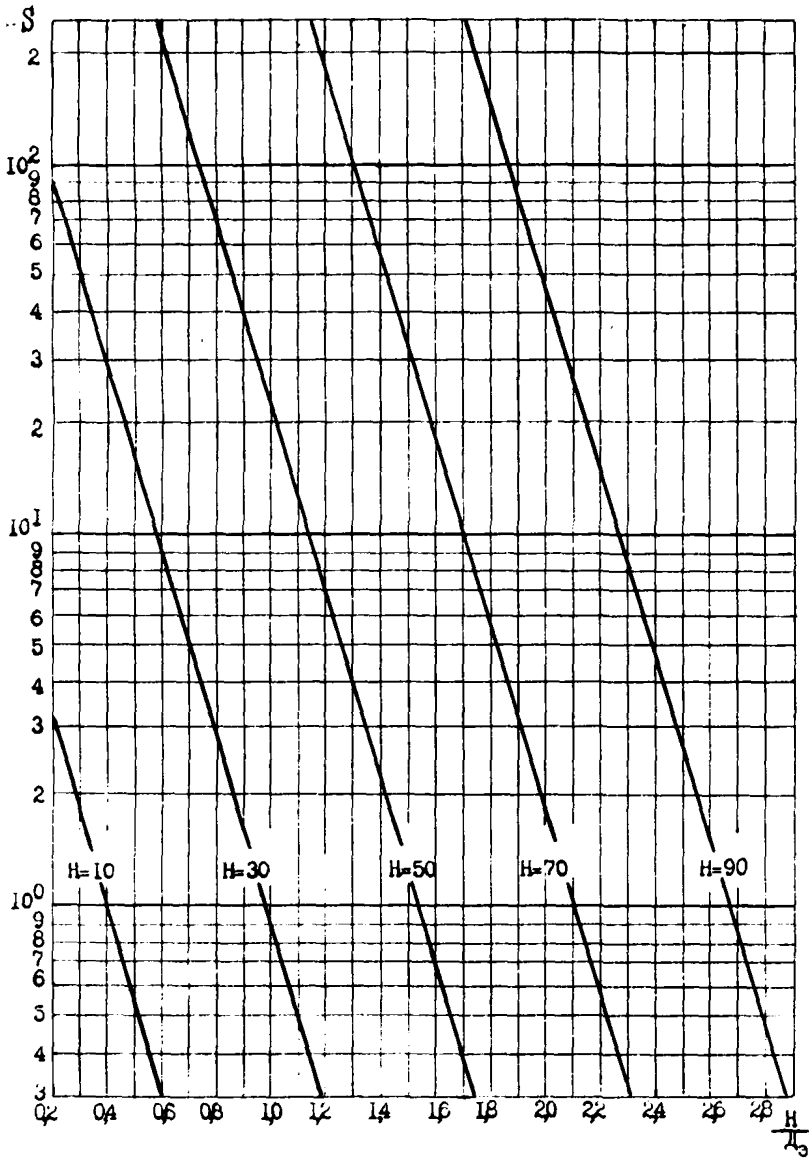


Рис.2.4 График для определения коэффициентов приведения СТАС с давлением в пневматиках p=0,7 МПа к расчетной нагрузке группы А.

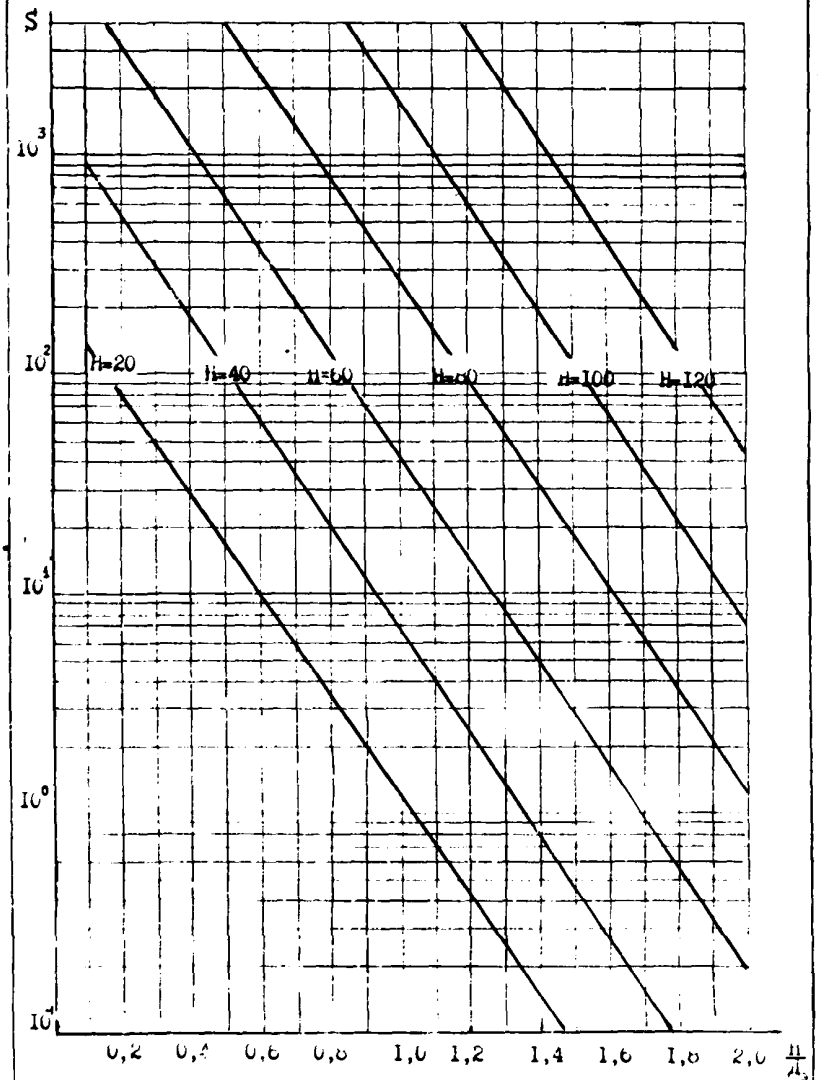


Рис.25. График для определения коэффициентов приведения СТАС с давлением в пневматиках $p=1,0$ МПа к расчетной нагрузке $Q_p=27$ кН.

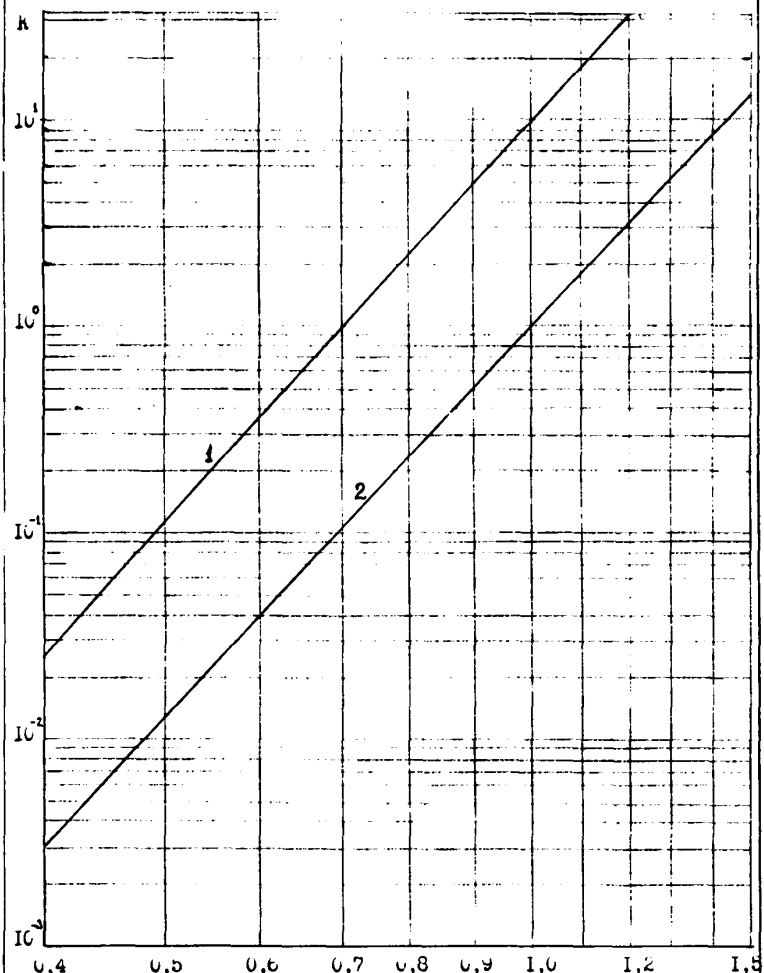


Рис.2.6 График для определения поправочных коэффициентов:
1 – для расчетной нагрузки группы А;
2 – для расчетной нагрузки Q_p = 227 кН.

оси СТАС с нагрузкой $Q_i^э$;

N_j - то же для автомобилей общего назначения и тягачей;

S_i - коэффициенты приведения эквивалентной осевой нагрузки $Q_i^э$ к расчетной нагрузке. Определяются по графикам на рис. 2.4-2.6;

S_j - то же для осей автомобилей общего назначения и тягачей. Определяются по таблице 2 приложения 2 и графикам на рис. 2.4-2.6;

n - число осей СТАС;

m - число осей автомобилей общего назначения и тягачей.

Формула (2.5) справедлива для случая, когда проектный срок службы дорожной одежды для автомобилей общего пользования составляет: для усовершенствованных покрытий капитального типа - 15 лет усовершенствованных покрытий облегченного типа - 10 лет, переходных покрытий - 8 лет.

Если проектные сроки службы дорожной одежды отличаются от указанных, то для получения приведенной интенсивности следует пользоваться следующей формулой:

$$N_p = f_{пол}\left(\sum_{i=1}^{n} N_i \cdot S_i + C \sum_{j=1}^{m} N_j \cdot S_j\right), \qquad (2.6)$$

где $$C = J \cdot \beta \frac{\beta^{T}-1}{\beta-1}; \qquad (2.7)$$

β - показатель роста интенсивности движения на дороге;

J - постоянная величина, зависящая от типа дорожного покрытия (для капитального типа J=0,12, облегченного - J = 0,148, переходного - J = 0,171);

T_i - проектный срок службы дорожной одежды в годах.

Коэффициент β определяется по формуле:

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^{T_i-1} \beta_i}{T_i - 1} . \qquad (2.8)$$

Коэффициент С определяется по формуле (2.7) или по графику на рис. 2.7.

2.3.2. Для разовых проездов СТАС на проектируемых дорогах расчетная интенсивность движения определяется по формуле:

$$N_p = \sum_{i=1}^{n} N_i / \alpha , \qquad (2.9)$$

где $\sum_{i=1}^{n} N_i$ - общее число проходов осей СТАС;

α - коэффициент, зависящий от типа покрытия; $\alpha = 350 \cdot T$, где T - проектный срок службы покрытия (для покрытий капитального типа T=20 лет, облегченного - T=15 лет, переходного - T=6 лет).

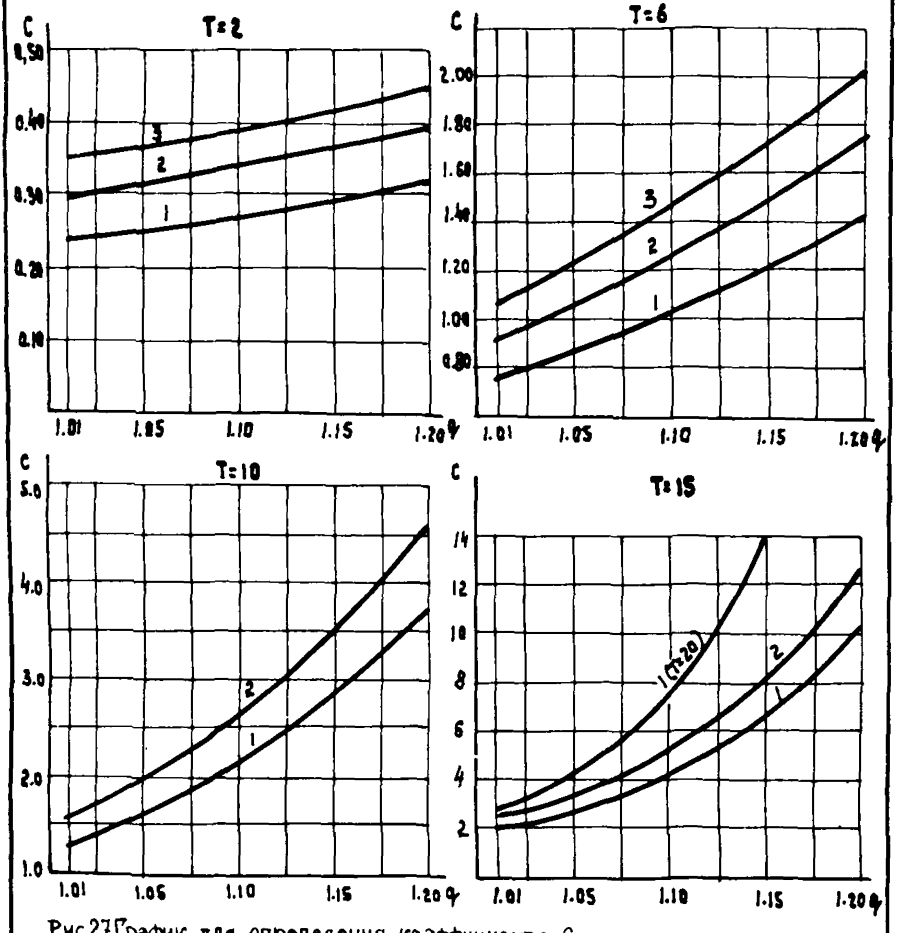


Рис.27 График для определения коэффициента C в зависимости от роста интенсивности движения для различных сроков эксплуатации дороги: I – капитальные одежды, 2 – облегченные одежды, 3 – переходные одежды.

2.3.3. Для разовых проездов СТАС по существующим дорогам.

При расчете конструкции на сдвигоустойчивость и растяжение при изгибе расчетная интенсивность определяется по формуле:

$$N_p = t_{год} \frac{t}{T} \sum_{j=1}^{m} N_j S_j^3 , \qquad (2.10)$$

где t - продолжительность работы дороги в годах до момента перевозки.

2.4. С целью облегчения расчетов в приложении 2 приведены значения эквивалентных осевых нагрузок Q_i^3 и отношений $Н/Д_i^3$ для различных СТАС и дорожных конструкций (таблица I).

3. РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ И МАТЕРИАЛОВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

3.I. В случае регулярного движения СТАС расчетные характеристики грунта земляного полотна (модуль упругости $E_{гр}$, угол внутреннего трения $\varphi_{гр}$ и сцепление $C_{гр}$) назначают в зависимости от его расчетной влажности W_p, определяемой по формуле:

$$W_p = \overline{W}(1 + t \cdot \vartheta_w), \qquad (3.I)$$

где $\overline{W}$ - средняя влажность грунта в долях $W_т$ (таблица 3.4);

ϑ_w - коэффициент вариации влажности, равный 0,I;

t - коэффициент нормированного отклонения, принимаемый по таблице 3.I в зависимости от заданного уровня проектной надежности конструкции дорожной одежды $К_н$.

Таблица 3.I

$К_н$	0,50	0,60	0,85	0,90	0,95
	0,I5	0,26	I,06	I,32	I,7I

Средние значения влажности $\overline{W}$ грунта принимаются в зависимости от дорожно-климатических зон и подзон СССР (см. рис. 3.I и табл. 3.4, 3.5), а также типов местности по условиям увлажнения (табл. 3.3).

3.2. Расчетные характеристики песков (за исключением пылеватых) и супеси легкой крупной, мало зависящие от их влажности, приведены в табл. 3.2.

3.3. При проектировании одежд автомобильных дорог, предназначенных для регулярного движения специализированных транспортных средств, расчетные характеристики грунта следует принимать по

Карта дорожно-климатических зон и подзон

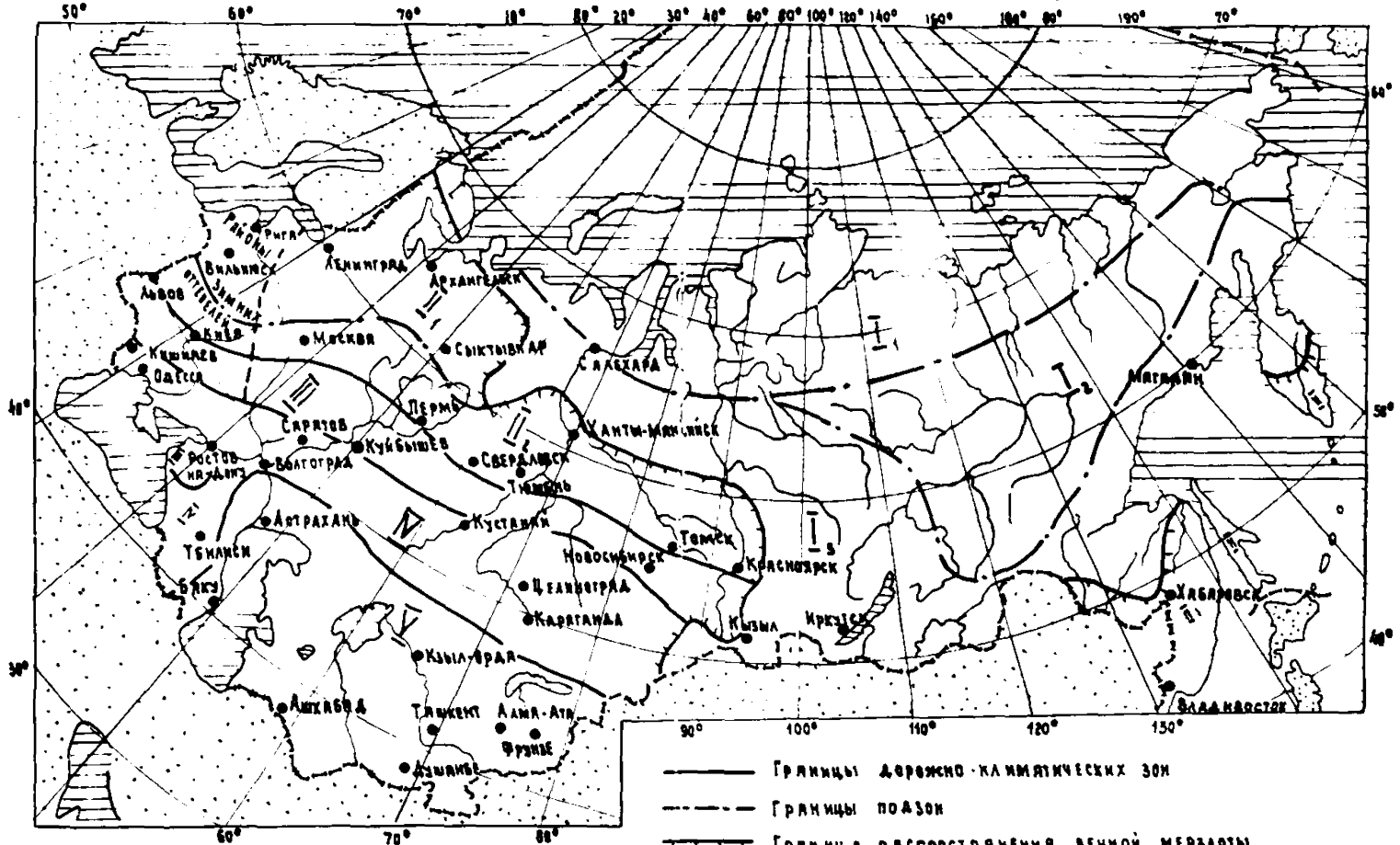


Рис. 31.

Промтрансниипроект

таблице 3.2 и 3.6 для наиболее увлажненного (как правило, весеннего) периода.

В случае разовых перевозок грузов характеристики грунтов следует назначать на основе полевых и лабораторных исследований грунтов, проведенных непосредственно перед перевозкой.

3.4. Расчетные характеристики асфальтобетонов и дегтебетонов необходимо принимать по таблицам 3.9 и 3.10.

3.4.1. Для регулярного движения СТАС значения модулей упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, следует принимать при проектировании конструкций: по упругому прогибу-при температуре +10°С для всех дорожно-климатических зон; по сдвигу во П зоне – +20°С, в Ш зоне – +30°С, IУ зоне – +40°С, в У зоне – +50°С; по растягивающим напряжениям при изгибе – при температуре 0°С.

При вычислении средневзвешенного модуля упругости $E_{ср}$ по формуле (2.2) для определения коэффициентов влияния модули упругости асфальтобетонов следует принимать при температуре +10°С.

3.4.2. Для разовых проездов СТАС по существующей дороге значения модулей упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, следует принимать: при оценке прочности конструкции по сдвигу – при температуре слоев покрытия на момент проезда, по растягивающим напряжениям при изгибе-при фактической температуре нижнего слоя покрытия на момент проезда.

Температуру нижнего слоя следует принимать равной температуре верхнего слоя при температуре последнего 0°; +10°С; +20°С. При температуре верхнего слоя покрытия от +30°С до +50°С температура нижнего слоя принимается равной +20°С.

3.5. Расчетные значения характеристик материалов и грунтов, укрепленных вяжущими, следует принимать по таблицам 3.11 и 3.12. В таблице 3.12 приведены также характеристики слоев из неукрепленных зернистых материалов.

Таблица 3.2.

Грунт	Расчетные характеристики грунта		
	$E_{гр}$, МПа	$\varphi_{гр}$, град.	$C_{гр}$, МПа
I	2	3	4
Песок крупный, гравелистый	130	42	0,005
Песок средней крупности	120	40	0,005

Продолжение таблицы 3.2.

I	2	3	4
Песок мелкий	100	38	0,005
Песок одномерный (барханный, дюнный или подобный им)	75	33	0,005
Супесь легкая крупная	65	40	0,005

Таблица 3.3.

Тип местности по характеру и степени увлажнения	Условия увлажнения	Признаки
I	2	3
I	Сухие места	Поверхностный сток обеспечен, грунтовые воды не оказывают существенного влияния на увлажнение верхней толщи почвогрунтов. В I зоне, кроме того, мощность сезонно оттаивающего слоя достигает 2,5 м. Грунты гравийно-галечниковые, песчаные, а также супесчаные, глинистые, непросадочные с влажностью менее $0,7W_т$
2	Сырые места с избыточным увлажнением в отдельные периоды года	Поверхностный сток не обеспечен, но грунтовые воды не оказывают существенного влияния на увлажнение верхней толщи почвогрунтов. Почвы с признаками поверхностного заболачивания. Весной и осенью появляется застой воды на поверхности. В I зоне, кроме того, это плоские водоразделы, пологие склоны гор и их шлейфы с мощностью сезонно оттаивающего слоя от 1,0 до 2,5м. Грунты глинистые, с влажностью $0,7 \div 0,9W_т$
3	Места с постоянным избыточным увлажнением	Грунтовые воды или длительно стоящие (более 30 суток) поверхностные воды влияют на увлажнение верхней толщи грунтов; почвы торфяные, оглеенные, с признаками заболачивания, а также солончаки и постоянно орошаемые территории засушливых об-

Продолжение таблицы 3.3.

I	2	3
3	Места с постоянным избыточным увлажнением	ластей. В I зоне, кроме того, заболоченные тальвеги, замкнутые впадины с развитым мохоторфяным покровом и малой мощностью (до I м) сезонно оттаивающего слоя. Грунты глинистые, просадочные с влажностью более оптимального значения, содержащие в пределах двойной мощности сезонно оттаивающего слоя линзы льда толщиной более I0 см. Влажность связных грунтов более $0,9W_т$

Таблица 3.4.

Дорожно-климатические зоны и подзоны (таблица 3.5)	Тип местности по условиям увлажнения (таблица 3.3)	Значения влажности грунта $\overline{W}$, в долях от $W_т$			
		Супесь легкая	Песок пылеватый	Суглинок легкий и тяжелый, глины	Супесь тяжелая и пылеватая, суглинок пылеватый
I	2	3	4	5	6
I_I	I	0,53	0,57	0,62	0,65
	2	0,55	0,59	0,65	0,67
	3	0,57	0,62	0,67	0,70
I_2	I	0,57	0,57	0,62	0,65
	2	0,59	0,62	0,67	0,70
	3	0,62	0,65	0,70	0,75
I_3	I	0,60	0,62	0,65	0,70
	2	0,62	0,65	0,70	0,75
	3	0,65	0,70	0,75	0,80
II_I	I	0,60	0,62	0,65	0,70
	2	0,63	0,65	0,68	0,73
	3	0,65	0,67	0,70	0,75
II_2	I	0,57	0,59	0,62	0,67
	2	0,60	0,62	0,65	0,70
	3	0,62	0,64	0,67	0,72

Продолжение таблицы 3.4.

I	2	3	4	5	6
	I	0,55	0,57	0,60	0,63
III	2-3	0,59	0,6I	0,63	0,67
	I	0,53	0,55	0,57	0,60
IУ	2-3	0,57	0,58	0,60	0,64
	I	0,52	0,53	0,54	0,57
	2-3	0,55	0,56	0,57	0,60

Примечания: I. Для дорог, проходящих в неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях - выемках и нулевых отметках, - данные таблицы следует увеличивать на $0,03W_т$.

2. Данные таблицы увеличиваются для предгорных (до I000 м) районов на $0,03W_т$ и на $0,05W_т$ - для горных (выше I000 м) районов.

Таблица 3.5.

№№ дорожно-климатических зон и подзон	Примерные географические границы и краткая характеристика дорожно-климатических зон и подзон
I	2
I	Севернее линии, соединяющей Мончегорск-Почой-Несь-Ошурья-Сухая-Тунгуска-Канск-госграница-Биробиджан-Де-Кастри. Включает географические зоны тундры, лесотундры и северо-восточную часть лесной зоны с распространением вечномерзлых грунтов.
I_1 (северная подзона)	Расположена севернее линии: Нарьян-Мар-Салехард-Курейка-Трубка-Удачная-Верхоянск-Дружина-Горный мыс-Марково.
I_2 (центральная подзона)	Расположена восточнее линии: устье реки Нижняя Тунгуска-Ербогачен-Ленск-Бодайбо-Богдарин; севернее линии: Могоча-Сковородино-Зея-Охотск-Палатка-Слуцкое. Ограничена с севера I_1 подзоной.
I_3 (южная подзона)	Расположена между южной географической границей вечной мерзлоты в европейской части СССР, в Западной Сибири, на Дальнем Востоке, севернее южной государственной границы в Восточной Сибири и

Продолжение таблицы 3.5.

I	2
	южной границей северной и центральной подзон.
П	От границы I зоны до линии, соединяющей Львов-Житомир-Тулу-Горький-Ижевск-Кыштым-Томск-Канск-Биробиджан-Де Кастри-граница с КНР. Включает географическую зону лесов с избыточным увлажнением грунтов.
$П_I$ (северная подзона)	Расположена севернее линии, соединяющей Барановичи-Рославль-Клин-Рыбинск-Котлас-Березняки-Ивдель.
$П_2$ (южная подзона)	Расположение южнее линии, соединяющей Барановичи-Рославль-Клин-Рыбинск-Котлас-Березняки-Ивдель.
Ш	От границы П зоны до линии, соединяющей Кишинев-Кировоград-Белгород-Куйбышев-Магнитогорск-Омск-Бийск-Туран. Включает лесостепную географическую зону со значительным увлажнением грунтов в отдельные годы.
IУ	От границы Ш зоны до линии, соединяющей Джульфу-Степанаверт-Буйнакск-Кизляр-Волгоград и далее проходит южнее на 200 км линии, соединяющей Уральск-Актюбинск-Караганду, и до северного побережья озера Балхаш. Включает географическую степную зону с недостаточным увлажнением грунтов.
У	Расположена к юго-западу и югу от границы IУ зоны и включает пустынную и пустынно-степную географические зоны с засушливым климатом и распространением засоленных грунтов.

Примечание. Кубань и западную часть Северного Кавказа (см. рис. 3.I) следует относить к Ш дорожно-климатической зоне

Западные районы П-Ш дорожно-климатических зон, в которых следует учитывать влияние продолжительных зимних оттепелей и морского климата, находятся западнее линии Псков-Смоленск-Орел-Воронеж. Значения влажности грунтов (табл. 3.4) в этом районе следует увеличивать на 0,02÷0,05. Большее значение принимается для районов западнее линии Таллин-Рига-Вильнюс-Минск-Харьков, мень-

Таблица 3.6.

Расчетные значения деформационных и прочностных характеристик глинистых грунтов и пылеватого песка

Грунт	Характеристика грунта	Расчетные характеристики при влажности грунта (доли границы текучести)									
		0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,80	0,85	0,9	0,95
Супесь легкая	$E_{гр}$, МПа	70	60	56	53	49	45	43	42	41	40
	, Град.	37	36	36	36	35	35	34	34	33	33
	$C_{гр}$, МПа	0,015	0,014	0,014	0,013	0,012	0,011	0,010	0,009	0,008	0,007
Песок пылеватый	$E_{гр}$, МПа	96	90	84	78	72	66	60	54	48	43
	, град	38	38	37	37	36	35	34	33	32	31
	$C_{гр}$, МПа	0,026	0,024	0,022	0,018	0,014	0,012	0,011	0,010	0,009	0,008
Суглинок легкий и тяжелый, глина	$E_{гр}$, МПа	108	90	72	60	41	34	29	25	24	23
	град.	32	27	24	21	18	15	13	11	10	9
	$C_{гр}$, МПа	0,045	0,036	0,030	0,024	0,019	0,015	0,011	0,009	0,006	0,004
Супесь тяжелая и пылеватая, суглинок легкий пылеватый	$E_{гр}$, МПа	108	90	72	54	46	36	32	27	26	25
	град.	32	27	24	21	18	15	13	11	10	9
	$C_{гр}$, МПа	0,045	0,036	0,030	0,024	0,016	0,013	0,010	0,008	0,005	0,004

шее - для районов восточнее этой линии.

Нормативная влажность грунта земляного плотна дорог, проходящих вблизи границ дорожно-климатических зон и подзон (± 50 км), может быть принята равной промежуточному значению между соответствующими влажностями грунта в смежных зонах и подзонах.

Внутри каждой зоны отдельные участки дорог по характеру и степени увлажнения относятся к одному из трех типов местности (табл. 3.3).

Тип увлажнения местности устанавливают при изысканиях.

3.6. Перевозки крупногабаритного оборудования по существующим дорогам должны осуществляться только после проверки несущей способности дорожных одежд по данным полевых испытаний в соответствии с Инструкцией ВСН 46-83 (методом статического нагружения колесом автомобиля или методами кратковременного нагружения).

В случае невозможности проведения подобных испытаний производят оценку фактического состояния материалов конструктивных слоев дорожной одежды по результатам ее вскрытия. Фактический модуль упругости материала слоя в этом случае определяют по формуле:

$$E_{факт.} = E_{табл.} \cdot K_п \cdot K_в \cdot K_т \cdot K_р, \qquad (3.2)$$

где $E_{табл.}$ - значение модуля упругости материала слоя, определяемое по таблицам 3.9-3.12;

$K_п$ - коэффициент влияния прочности составляющих материал слоя;

$K_в$ - коэффициент учета вяжущего;

$K_т$ - коэффициент влияния качества технологии;

$K_р$ - коэффициент влияния условий работы.

Коэффициенты $K_п$, $K_в$, $K_т$, $K_р$ определяют по таблице 3.7.

Таблица 3.7.

Коэффициенты	Характеристика слоя дорожной одежды	Значения коэффициентов
I	2	3
$K_п$	Материал слоя - однородный, прочный Разрушений и износа нет	I,00
	На покрытии имеются отдельные редкие трещины (поперечные, продольные, косые)	0,90
	На покрытии деформации в виде частых трещин	0,80-0,85
	На покрытии значительные деформации в виде сетки трещин размером 0,5-0,6 м в поперечнике	0,65-0,70

Продолжение таблицы 3.7.

I	2	3
	На покрытии значительные деформации по площади в виде густой мелкой сетки трещин со сторонами менее I5-20 см и просадками в месте трещин	0,45-0,50
	В щебеночном слое имеются отдельные раздавленные щебенки (5-I0%), наблюдается внутренний износ, либо в слое щебня содержится до I0% мелочи размером менее 2 мм	0,85-0,90
	Содержание раздавленных щебенок в слое I5-20%, либо наличие в слое мелочи размером 2 мм - I5-25%	0,65-0,70
	Содержание раздавленных щебенок в слое 25-30%, либо наличие в слое мелочи менее 2 мм 25-30%	0,45-0,50
	Материал слоя полностью разрушился	0,30
$K_в$	Материал полностью обработан вяжущим, обеспечивающим прочное сцепление	I,0
	Недостаток вяжущего в слое (на поверхности отдельных щебенок светлые пятна, наличие в слое необработанных агрегатов)	0,90
	Наличие в слое в достаточном количестве вяжущего повышенной или пониженной вязкости, не обеспечивающее прочного сцепления материала	0,70-0,80
	Едва заметные следы вяжущего в слое	0,50-0,60
	Избыточное содержание вяжущего в слое (смесь жирная)	0,80-0,85
	Слой плотный, прочно связан, равномерной и достаточной толщины, подвижности в слое не наблюдается, распределение вяжущего в слое равномерное	I,00
$K_т$	В верхней части грунтового основания содержатся отдельные мелкие щебенки (в небольшом количестве), повышающие его прочность	I,I0-I,20
	Заниженная толщина слоя по сравнению с проектной, значительное колебание толщин слоев по периметру вырубки, материал слоя неоднородный, распределение вяжущего в слое неравномерное	0,85-0,90

Продолжение таблицы 3.7.

I	2	3
	Недостаточное уплотнение слоя, обладающего связностью. Слой сравнительно легко разбирается при помощи лома, лопаты	0,80
	Слой рыхлый, подвижный, отсутствует связность в слое (недоуплотнение, использование одномерного материала)	0,50-0,60
K_c	Слой прочный, плотный, сухой, обладающий достаточным сцеплением. Следов размокания материала и вымывания вяжущего нет	I,00
	Имеется незначительное увлажнение материала слоя, не вызывающее его разрушения	0,90-0,95
	Имеются постоянные источники увлажнения. Материал слоя увлажнен, загрязнен, заметно вымывание вяжущего	0,70-0,80
	Материал слоя полностью распался за счет увлажнения	0,30

3.7. Определяют расчетное значение сопротивления растяжению при изгибе монолитных слоев покрытия или промежуточных слоев.

3.7.I. Для регулярного движения СТАС при проектировании расчетное значение сопротивления растяжению при изгибе верхних монолитных слоев, содержащих органическое вяжущее, определяется по формуле:

$$R_p = \bar{R}_{1,2}(1 - t \cdot \nu_k) \cdot K_y \cdot K_m \quad , \qquad (3.3)$$

где $\bar{R}_1$ - сопротивление растяжению при изгибе верхних монолитных слоев для автомобилей общего пользования, принимаемое по таблице 3.9;

$\bar{R}_2$ - то же для СТАС, принимаемое по таблице 3.I0;

t - коэффициент нормированного отклонения, принимаемый в зависимости от уровня проектной надежности. Для асфальтобетонов и дегтебетонов t = I,7I;

ν_k - коэффициент, принимаемый равным 0,I;

K_y - коэффициент усталости, определяемый по графику на рис. 3.2 или по формуле:

$$K_y = \left(\frac{N_p}{1000}\right)^{-f} \quad , \qquad (3.4)$$

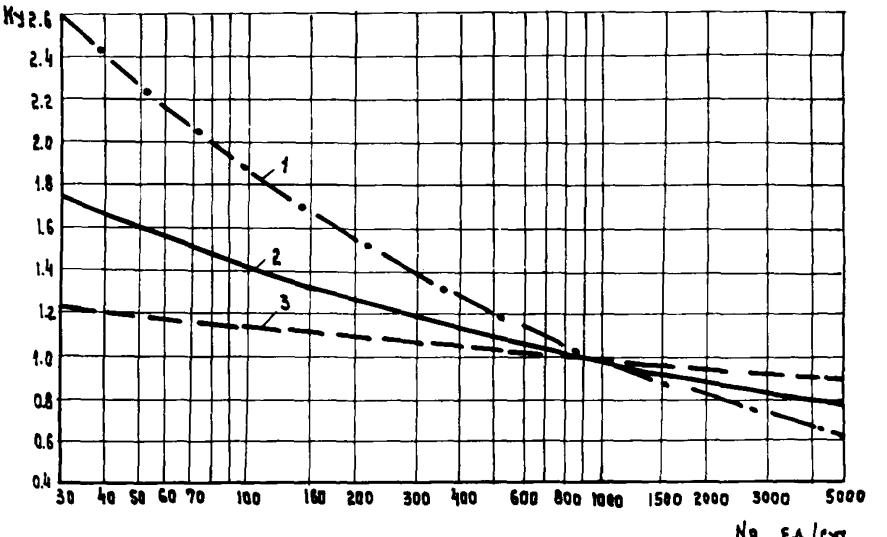


Рис. 3.2. Зависимость коэффициента усталости Ку от расчетной суточной приведенной интенсивности воздействия нагрузки N_p.

где β - показатель усталостной зависимости; для асфальтобетонов на битумах БНД-130/200 и БНД-200/300, высокопористых асфальтобетонов и дегтебетонов $\beta = 0,27$ (кривая I на рис. 3.2); для плотных и пористых асфальтобетонов на битумах БНД-40/60, БНД-60/90 и БНД-90/130 $\beta = 0,16$ (кривая 2);

N_p - приведенная интенсивность расчетной нагрузки, определяемая по формулам (2.5) или (2.6);

K_m - коэффициент снижения прочности от воздействия природно-климатических факторов; назначается для асфальтобетонов I-П марок на щебне изверженных пород $K_m = 1,0$ и Ш марки $K_m = 0,8$; для смесей на щебне осадочных пород и гравийных материалов I марки $K_m = 0,9$ и П-Ш марки $K_m = 0,7$; для дегтебетонов - $K_m = 0,7$.

3.7.2. Для разовых проездов СТАС по существующим дорогам расчетное значение сопротивления растяжению при изгибе асфальтобетонов или дегтебетонов определяется по формуле:

$$R_p = \bar{R}_{1,2} \cdot K_y , \qquad (3.5)$$

где $\bar{R}_1$ - сопротивление растяжению при изгибе верхних монолитных слоев для автомобилей общего пользования, принимаемое по таблице 3.9;

$\bar{R}_2$ - то же для СТАС, принимаемое по таблице 3.10;

K_y - коэффициент усталости, определяемый по формуле (3.4), в которой приведенная интенсивность расчетной нагрузки принимается по формуле (2.9).

3.7.3. Для промежуточных слоев конструкции при любой расчетной нагрузке в случае разовых и регулярных перевозок

$$R_p = \bar{R}_3 \cdot K_y , \qquad (3.6)$$

где $\bar{R}_3$ - сопротивление растяжению при изгибе промежуточных слоев, укрепленных комплексными или неорганическими вяжущими (таблица 3.11);

K_y - вычисляют по формуле (3.4) при $\beta = 0,06$ (кривая 3 на рис.3.2)

3.8. Требуемый модуль упругости для регулярного движения определяется при $Q^к_{max} \leq 65$ кН по формуле $E_{тр} = 68 \lg N_p + 57$; (3.7)

при $Q^к_{max} > 65$ кН по формуле $E_{тр} = 85 \lg (N_p \cdot \alpha) - 229$ (3.8)

где N_p - приведенная интенсивность расчетной нагрузки, определяемая по формулам (2.5), (2.6);

Для разовых проездов СТАС как по существующим, так и по

Материал	Марка битума	Значения расчетных характеристик материалов, МПа, при температуре покрытия °С								
		0°		+10°		+20°		+30	+40°	+50°
		E	$\bar{R}_t$	E	$\bar{R}_t$	E	$\bar{R}_t$	E	E	E
Плотный асфальтобетон I-II марки	БНД-40/60	6000	3,2	4400	2,3	2600	1,4	1300	690	430
	БНД-60/90	4500	2,8	3200	2,0	1800	1,1	900	550	360
	БНД-90/130	3600	2,4	2400	1,6	1200	0,8	660	440	350
	БНД-130/200	2600	2,0	1500	1,2	800	0,7	560	380	320
	БНД-200/300	2000	1,8	1200	1,1	600	0,5	420	350	300
	БГ-70/130	1700	1,7	1000	1,0	400	0,4	350	300	300
	СГ-130/200	1500	1,6	900	1,0	400	0,4	350	300	300
Пористый асфальтобетон	БНД-40/60	3600	1,8	2600	1,4	1700	0,8	900	540	390
	БНД-60/90	2800	1,6	2000	1,1	1200	0,6	700	460	360
	БНД-90/130	2200	1,4	1400	0,9	800	0,5	510	380	350
	БНД-130/200	1600	1,2	1100	0,8	590	0,4	410	340	340
	БНД-200/300	1400	1,1	950	0,8	460	0,4	350	330	330
Высокопористый щебеночный асфальтобетон	БНД-40/60	3000	1,7	1550	0,9	1400	0,5	750	450	320
	БНД-60/90	2700	1,0	1000	0,8	900	0,5	500	350	300
	БНД-90/130	1700	0,9	750	0,6	600	0,4	400	300	300
Высокопористый песчаный асфальтобетон, в т.ч. битумопесчаная смесь по ТУ 218 РСФСР 395-79	БНД-40/60	3000	1,3	1550	1,0	1400	0,6	750	450	320
	БНД-60/90	2500	1,1	1000	0,9	900	0,5	500	300	300
Плотный дегтебетон	Д-6; ДО-6; ДО-7; ВДП-6 ВДП-7	10000	2,5	3600	1,0	1500	0,4	800	500	350
Пористый дегтебетон	-"-	5000	1,5	2000	0,6	800	0,3	400	350	300

Таблица 3.10

Материал	Марка битума	Значения расчетных характеристик материалов, МПа, при температуре покрытия, °С								
		0°		+10°		+20°		+30°	+40°	+50°
		E	R_z	E	R_z	E	R_z	E	E	E
Плотный асфальтобетон I–II марки	БНД-40/60	4500	2,5	3100	1,8	1750	1,0	670	460	260
	БНД-60/90	3400	2,1	2250	1,5	1200	0,8	600	370	230
	БНД-90/130	2700	1,8	1700	1,2	800	0,55	440	300	210
	БНД-130/200	1900	1,5	1050	0,9	550	0,4	370	250	200
	БНД-200/300	1450	1,3	850	0,8	400	0,4	270	230	180
	БГ-70/130	1250	1,2	700	0,7	270	0,3	230	200	180
	СГ-130/200	1050	1,1	630	0,7	270	0,3	230	200	180
Пористый асфальтобетон	БНД-40/60	2700	1,5	1900	1,2	1100	0,7	580	350	230
	БНД-60/90	2100	1,2	1350	0,8	800	0,5	460	260	210
	БНД-90/130	1600	1,0	950	0,7	500	0,35	330	240	200
	БНД-130/200	1350	0,9	750	0,6	380	0,3	250	210	200
	БНД-200/300	950	0,8	650	0,6	300	0,3	210	200	190
Высокопористый щебеночный асфальтобетон	БНД-40/60	2200	0,8	1550	0,6	920	0,4	490	290	200
	БНД-60/90	1550	0,7	1000	0,6	580	0,35	380	230	190
	БНД-90/130	1250	0,65	750	0,5	400	0,25	270	210	180
Высокопористый песчаный асфальтобетон, в т.ч. битумоминеральная смесь по ТУ 218 РСФСР 395-79	БНД-40/60	2200	1,0	1550	0,8	920	0,5	490	290	200
	БНД-60/90	1550	0,8	1000	0,65	580	0,4	380	230	190
Плотный цементобетон	А-6; А-6; А-7; ВДП-6 ВДП-7	7300	1,8	2600	0,7	1040	0,4	500	310	200
Пористый цементобетон	-"-	3650	1,0	1450	0,5	740	0,2	240	220	180

Примечания: I. Если данных непосредственных региональных наблюдений за температурой покрытия не имеется, можно применять в качестве расчетной температуры асфальтобетона в I-П дорожно-климатических зонах + 20°С, в Ш зоне - + 30°С, в IУ - + 40°С, в У - +50°С.

2. Модули упругости плотного асфальтобетона даны в таблице применительно к смесям типа Б. При температурах от +30° до +50°С модули упругости для смесей типа А следует увеличить, а типов В, Г, Д - уменьшить на 20%.

3. Модули упругости пористого и высокопористого асфальтобетона даны в таблице применительно к песчатным смесям. При температуре от +30° до +50°С модули упругости для мелкозернистых смесей следует увеличить на I0%, а для крупнозернистых смесей - на 20%.

проектируемым дорогам, требуемый модуль упругости не определяется.

Для дорог У климатической зоны (см. рис. 3.I и таблицу 3.5) требуемые модули упругости следует уменьшать на I5%.

Общая толщина верхних слоев из материалов, содержащих органическое вяжущее, ориентировочно назначается в зависимости от требуемых модулей упругости по таблице 3.8.

Таблица 3.8.

Модуль упругости, МПа	до I25	I25-I80	I80-220	220-250	250-300
Толщина слоя, см	4-6	6-8	8-I0	I0-I3	I3-I6

3.9. Определяют допустимое напряжение сдвига для разовых проездов СТАС как по существующим, так и по проектируемым дорогам, а также в случае регулярного их движения для различных расчетных нагрузок по формуле:

$$T_{доп} = C \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \qquad (3.9)$$

где C – сцепление в грунте активной зоны земляного полотна (таблицы 3.2, 3.6) или в слабосвязном материале, МПа (таблица 3.I2);

K_1 – коэффициент, учитывающий снижение сопротивления грунта сдвигу под агрессивным воздействием подвижных нагрузок, колебаний и т.д. (при расчете под кратковременные нагрузки $K_1 = 0{,}6$; при длительном действии нагрузок с малой повторностью $K_1 = 0{,}9$);

Таблица 3.II

№№ пп	Наименование материала	Модуль упругости E, МПа	Прочность на растяжение при изгибе $R_з$, МПа
I	2	3	4
I.	Щебень и гравий, обработанные цементом марки: 75	I000	0,7
	60	900	0,6
	40	700	0,5
2.	Крупнообломочные грунты и гравийно-песчаные смеси оптимальных или близких к оптимальному составов, укрепленные комплексными вяжущими:		

Продолжение таблицы 3.II.

I	2	3	4
	I класс прочности	900-700	0,55-0,45
	П класс прочности	650-500	0,42-0,35
	Ш класс прочности	450-300	0,32-0,25
3.	То же, укрепленные цементом:		
	I класса прочности	800-550	0,46-0,34
	П класса прочности	530-350	0,33-0,25
	Ш класса прочности	320-280	0,22-0,20
4.	То же, укрепленные активной золой уноса или гранулированным шлаком, известью, фосфатными вяжущими и другими композиционными вяжущими, из них с добавками или без добавок ПАВ, дегтем и т.п.:		
	I класс прочности	700-530	0,40-0,32
	П класс прочности	500-330	0,3I-0,22
	Ш класс прочности	300-250	0,20-0,I8
5.	То же, укрепленные вязким битумом или эмульсией на вязком битуме	350-250	0,35-0,30
6.	Крупнообломочные грунты и гравийно-песчаные смеси неоптимального состава, пески (кроме мелких, пылеватых и одноразмерных), супесь легкая крупная, щебень малопрочных пород и отходы камнедробления, укрепленные комплексными вяжущими:		
	I класса прочности	800-650	0,50-0,42
	П класса прочности	600-450	0,40-0,32
	Ш класса прочности	420-280	0,3I-0,24
7.	Крупнообломочные грунты и гравийно-песчаные смеси неоптимального состава, пески (кроме мелких, пылеватых и одноразмерных), супесь легкая крупная, щебень малопрочных пород и отходы камнедробления, укрепленные цементом:		
	I класса прочности	700-500	0,40-0,30
	П класса прочности	480-330	0,28-0,22
	Ш класса прочности	300-250	0,I9-0,I8
8.	То же, укрепленные вяжущими, указанными в порядковом номере 4:		
	П класс прочности	450-300	0,25-0,I7

Продолжение таблицы 3.II.

I	2	3	4
	III класс прочности	280-200	0,I6-0,I2
9.	То же, укрепленные вязким битумом или эмульсией на вязком битуме	300-200	0,30-0,25
I0.	Пески мелкие и пылеватые, супесь легкая и пылеватая, укрепленные комплексными вяжущими:		
	I класс прочности	750-600	0,47-0,40
	II класс прочности	550-400	0,37-0,30
	III класс прочности	380-250	0,28-0,22
II.	То же, укрепленные цементом:		
	I класс прочности	650-480	0,35-0,26
	II класс прочности	450-300	0,25-0,I8
	III класс прочности	260-220	0,I6-0,I8
I2.	То же, укрепленные вяжущими, указанными в п. 4:		
	II класс прочности	430-280	0,22-0,II
	III класс прочности	230-I80	0,08-0,07
I3.	То же, укрепленные вязким битумом или эмульсией на вязком битуме	300-220	0,25-0,20
I4.	Побочные продукты промышленности (каменные материалы и крупнообломочные грунты, сопутствующие рудным ископаемым, золошлаковые смеси, формовочные смеси, фосфоритные "хвосты" и т.п.), укрепленные комплексными вяжущими:		
	I класс прочности	700-550	0,45-0,37
	II класс прочности	530-250	0,36-0,28
	III класс прочности	320-220	0,26-0,I2
I5.	То же, укрепленные цементом:		
	I класс прочности	600-420	0,30-0,22
	II класс прочности	400-250	0,20-0,I4
	III класс прочности	220-I80	0,I2-0,09
I6.	То же, укрепленные вяжущими, указанными в п. 4:		
	II класс прочности	350-220	0,I5-0,09
	III класс прочности	200-I30	0,08-0,06

Продолжение таблицы 3.II.

I	2	3	4
I7.	То же, укрепленные вязким битумом или эмульсией на вязком битуме	250-I80	0,20-0,I5
I8.	Супеси тяжелые пылеватые, суглинки легкие, укрепленные комплексными вяжущими:		
	I класс прочности	600-500	0,40-0,35
	П класс прочности	450-300	0,32-0,25
	Ш класс прочности	280-I50	0,24-0,I0
I9.	То же, укрепленные минеральными вяжущими - цементом, золой уноса или гранулированным шлаком:		
	I класс прочности	500-350	0,22-0,I6
	П класс прочности	350-230	0,I6-0,I2
	Ш класс прочности	200-I20	0,09-0,07
20.	То же, укрепленные вяжущими, указанными в п.4:		
	П класс прочности	300-200	0,I2-0,08
	Ш класс прочности	I80-I00	0,06-0,05
2I.	То же, укрепленные эмульсией на вязком битуме	250-280	0,I7-0,I0
22.	Суглинки тяжелые и пылеватые, глины песчанистые и пылеватые, укрепленные минеральными и комплексными вяжущими:		
	П класс прочности	330-200	0,I2-0,08
	Ш класс прочности	I80-80	0,06-0,05

Примечание: Большие значения характеристик следует принимать:
- при укреплении битумом - для I-Ш дорожно-климатических зон;
- при укреплении неорганическими вяжущими - для IУ-У дорожно-климатических зон;
- при укреплении комплексным вяжущими - в случае использования битумной эмульсии или жидкого битума совместно с цементом, а также битумной эмульсии совместно с карбамидными смолами.

Таблица 3.12.

Наименование материалов	Угол внутреннего трения φ, град.	Сцепление С, МПа	Модуль упругости Е, МПа	Примечание
I	2	3	4	5
Черный щебень, уложенный по способу заклинки	-	-	600-900	Большие значения для покрытий, меньшие - для оснований
Слой из щебня I-П класса прочности, устроенный по способу пропитки вязким битумом	-	-	400-600	То же
Щебень фракционированный, I-Ш класса прочности, уложенный по способу заклинки:				
- из прочных осадочных;	-	-	350-450	-"-
- из изверженных пород	-	-	250-350	-
Фракционированный щебень, укрепленный цементопесчаной смесью по способу пропитки	-	-	500	-
Шлак I-IУ классов прочности, однородный по качеству, с подобранным гранулометрическим составом:				Большие значения - при устойчивой структуре шлака
- активный	-	-	350-450	
- малоактивный	-	-	200-300	
Рядовой шлаковый щебень	-	-	150-200	
Каменная мостовая, пареляж	-	-	400-500	-
Грунт, укрепленный жидким битумом:				Большие значения - при смешении в установке и при при-
супесь непылеватая;	25-35	0,02-0,035	150-200	

Продолжение таблицы 3.I2.

I	2	3	4	5
				менении битумной эмульсии
суглинок, супесь пылеватая	I5-25	0,02-0,035	80-I50	
Песок, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 8736-77:				Показатели С и Е приняты при остаточной пористости песка, уплотненного до максимальной плотности 26% < n < 32%, при n < 26% - увеличиваются на 20%, а при n > 32% - уменьшаются на 20%
крупный и гравелистый;	42	0,007	I30	
средней крупности;	40	0,006	I20	
мелкий	38	0,005	I00	
Песчано-гравийные смеси № I, 2, 4 по ГОСТ 256-07-83	45	0,03	I80	-

K_2 - коэффициент запаса на неоднородность условий работы конструкции, определяется по графику на рис. 3.3 или по формуле

$$K_2 = - 0{,}345\, \ell_3 N_p + I{,}8I6 \quad , \qquad (3.I0)$$

где N_p - приведенная интенсивность расчетной нагрузки, определяемая по формулам (2.5), (2.6) - для регулярного движения, (2.9) - для разовых проездов по проектируемым автодорогам, (2.10) - для разовых проездов по существующим дорогам;

K_3 - коэффициент, учитывающий особенности работы грунта в конструкции; значения K_3 в зависимости от вида грунта принимается следующее:

крупнообломочные грунты..... 9,0
пески крупные..... 7,0
пески средней крупности..... 6,0
пески мелкие..... 5,0
пески пылеватые, супеси крупные..... 3,0
глинистые грунты (глины, суглинки, супеси, кроме крупной)..... 2,5

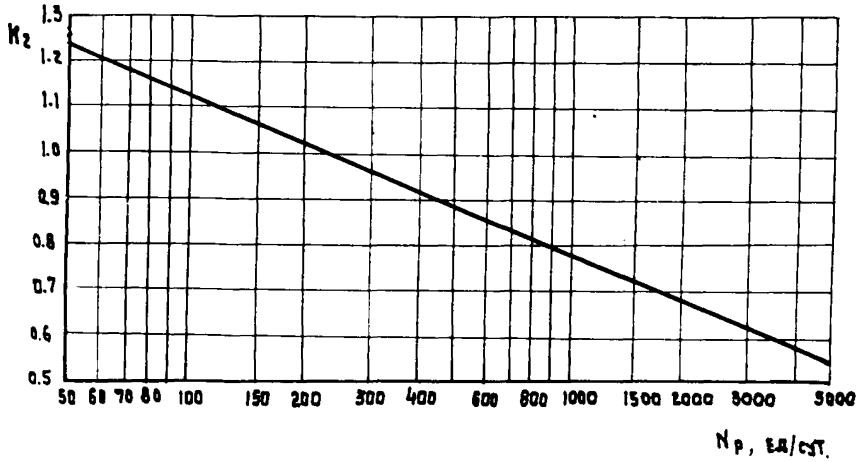


Рис.3.3. Зависимость коэффициента усталости K_2 для материалов и грунтов, рассчитываемых по сдвигу, от расчетной суточной приведенной интенсивности воздействия нагрузки N_p.

4. РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НА ПРОЧНОСТЬ

4.I. Расчет дорожных одежд по допускаемому упругому прогибу

4.I.I. Конструкция дорожной одежды удовлетворяет требованиям надежности и прочности по критерию упругого прогиба, если

$$K_{пр} \leq E_{общ}/E_{тр}, \qquad (4.I)$$

где $K_{пр}$ - значение коэффициента прочности дорожной одежды;

$E_{общ}$ - общий модуль упругости конструкции;

$E_{тр}$ - требуемый модуль упругости дорожной одежды.

4.I.2. Расчет дорожных одежд по допускаемому упругому прогибу осуществляется в следующей последовательности:

в соответствии с таблицей I.2 определяют значение коэффициента прочности $K_{пр}$;

вычисляют произведение $K_{пр} \cdot E_{тр} = E_{общ}$;

назначают конструкцию дорожной одежды с учетом обеспечения осушения и морозоустойчивости, а также с учетом требований, предъявляемых к толщине конструктивных слоев (таблицы I.I, 3.8);

по вычисленному значению $E_{общ}$ выполняют послойный расчет дорожной одежды, используя номограммы на рис. 4.I и 4.2. Эти номограммы связывают значения модулей упругости верхнего и нижнего слоев E_I и E_2, относительную толщину слоя H/Д (Д - расчетный диаметр отпечатка, Д = 37 см или Д = 66 см, принимаемый в соответствии с п. 2.2.I) и величину общего модуля упругости $E_{общ}$. Зная четыре из указанных величин, можно найти любую пятую.

4.I.3. В зависимости от поставленной задачи расчет дорожной одежды можно вести сверху вниз, когда задан общий модуль упругости и определяют толщину нижнего слоя основания, или снизу вверх, когда определяют общий модуль имеющейся конструкции.

Расчет считается законченным, когда расчетное значение $E_{общ}$ отличается от вычисленного по номограмме не более 3%. Это условие соблюдается при использовании формулы: $\frac{E_{общ} - E_{тр} \cdot K_{пр}}{E_{тр} \cdot K_{пр}} \leq 0{,}03$.

4.2. Расчет дорожных одежд по сдвигу в грунте или слабосвязных материалах

4.2.I. Условие, при котором не возникает сдвиг в грунте земляного полотна:

$$K_{пр} \leq T_{доп}/T, \qquad (4.2)$$

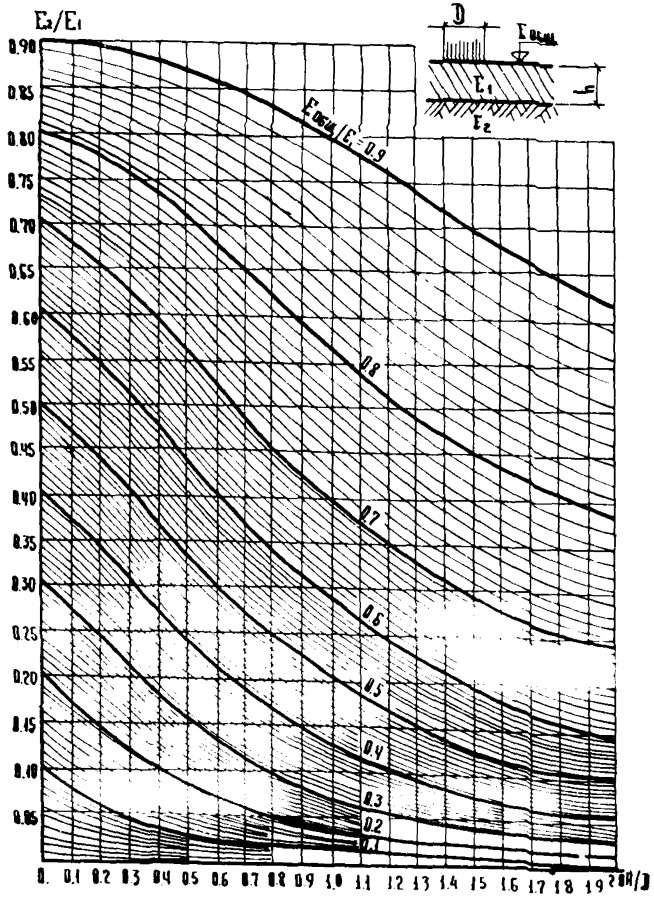


Рис.4.1 Номограмма для определения общего модуля упругости двухслойной системы $E_{общ}$.

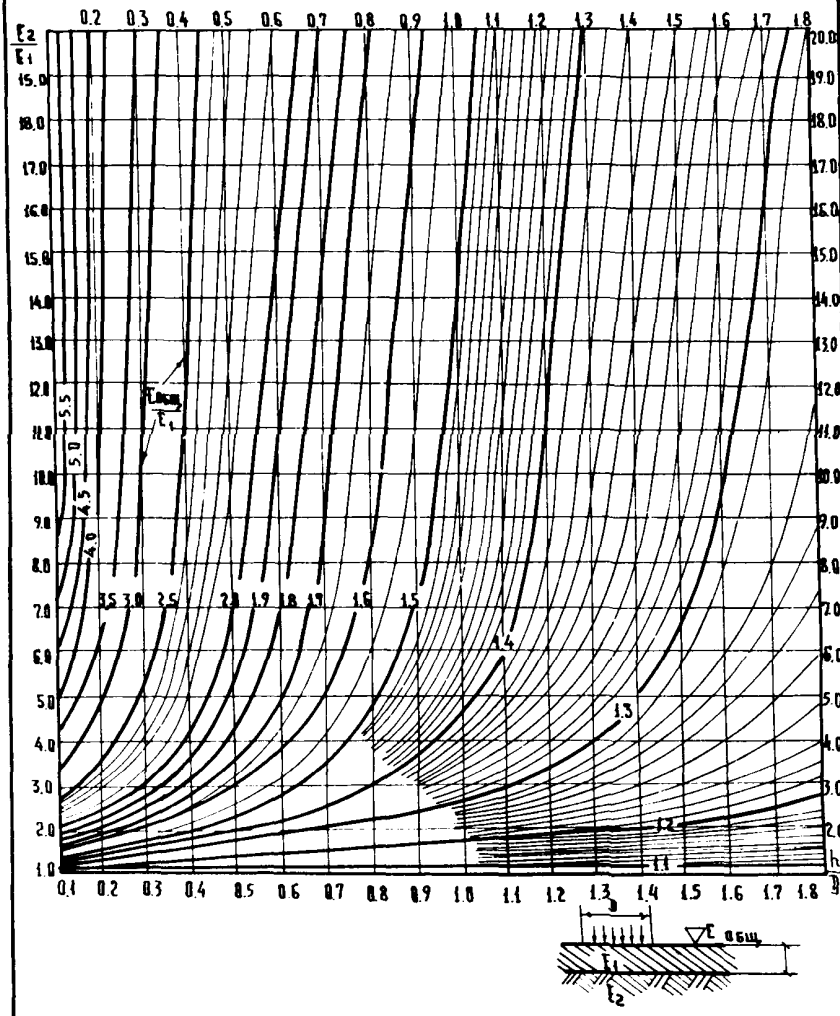


Рис.4.2.Номограмма для определения общего модуля упругости двухслойной системы $E_{общ}$ при $E_2 > E_1$

где $K_{пр}$ - значение коэффициента прочности, принимаемое в соответствии с таблицей I.2;

$T_{доп}$ - допускаемое напряжение сдвига, определяемое по формуле (3.9);

T - активное напряжение сдвига в грунте от действующей нагрузки, определяемое по номограмме 4.3.

4.2.2. Расчет дорожных одежд по сдвигу в грунте или слабосвязных материалах осуществляют в следующей последовательности:

для выбранной конструкции определяют отношения $\frac{E_{ср}}{E_{гр}}$ и $\frac{H}{Д}$,

где H - общая толщина дорожной одежды или суммарная толщина конструктивных слоев, лежащих выше рассматриваемого слоя;

Д - диаметр отпечатка для принятой расчетной нагрузки;

определяют удельное напряжение сдвига в зависимости от $E_{ср}/E_{гр}$, H/Д и угла внутреннего трения грунта или материала по номограмме на рис. 4.3. ($E_{ср}$ - средневзвешенный модуль упругости слоев дорожной одежды, определяемый по формуле (2.2); $E_{гр}$ - модуль упругости грунта);

определяют фактическое напряжение сдвига от подвижной нагрузки по формуле:

$$\tau_н = \bar{\tau}_н \cdot p, \qquad (4.3)$$

где P - расчетное давление на покрытие, МПа;

по номограмме на рис. 4.4 определяют напряжение от собственного веса конструкции $\tau_в$ в зависимости от H и φ;

полное значение сдвигающего напряжения вычисляют по формуле:

$$T = \tau_н + \tau_в. \qquad (4.4)$$

4.2.3. Если $K_{пр} > T_{доп}/T$, то следует либо увеличить толщину какого-либо слоя или нескольких слоев одежды, либо увеличить средневзвешенный модуль упругости одежды $E_{ср}$ путем замены материала какого-либо слоя материалом с более высоким модулем упругости, либо заменить или укрепить грунт земляного полотна.

Если $T_{доп}/T > K_{пр}$ и необходимая толщина дорожной одежды не диктуется прочими условиями (критерий упругого прогиба, растяжение при изгибе), то следует уменьшить толщину слоя (или слоев) или использовать материалы с меньшими модулями упругости.

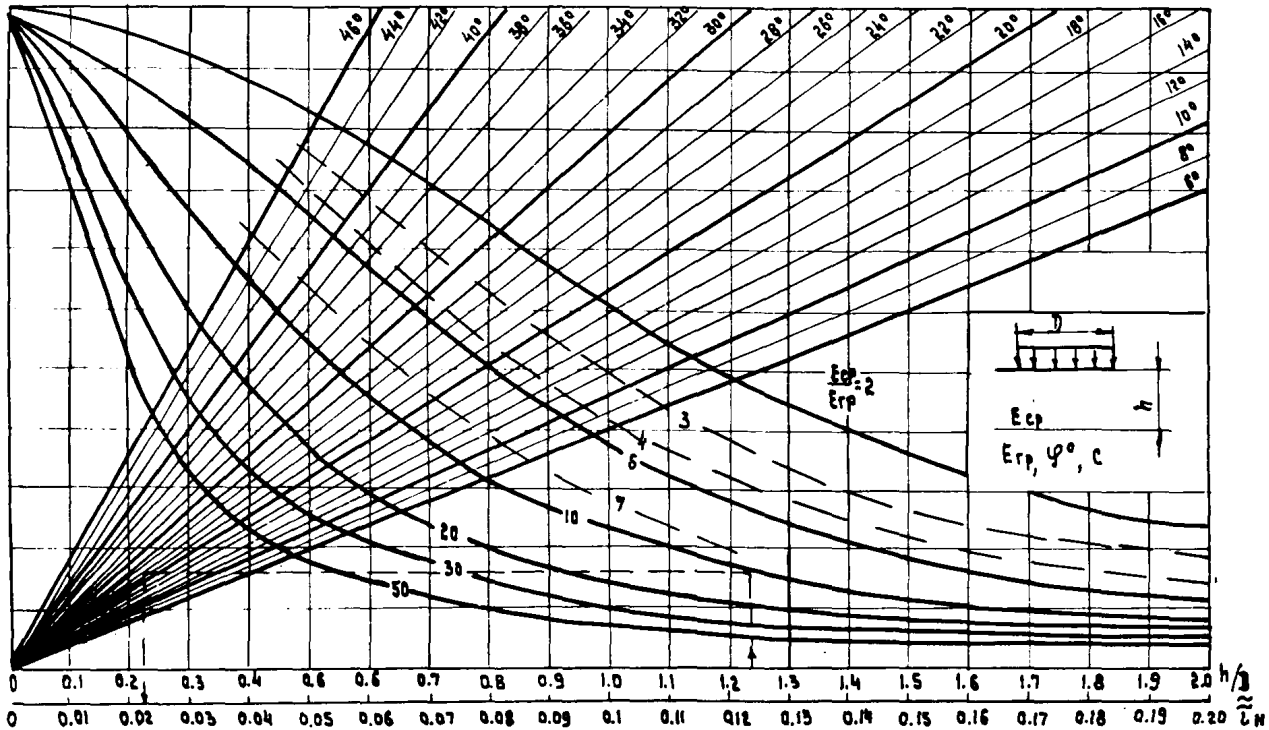


Рис. 43. Номограмма для определения активного напряжения сдвига от временной нагрузки в нижнем слое двухслойной системы (при $h/D = 0 \div 2{,}0$).

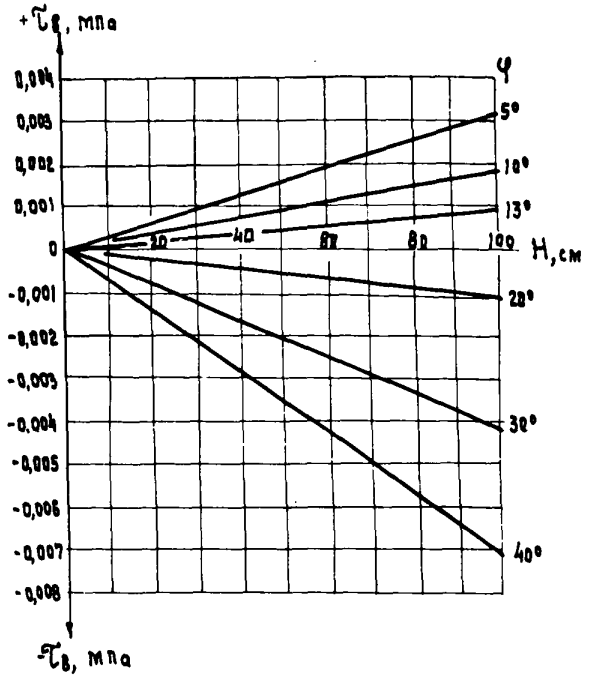


Рис. 44 Номограмма для определения активного напряжения сдвига $\tau_в$ от собственного веса дорожной одежды.

Расчет считается законченным, если соблюдается условие:

$$\frac{T_{доп} - T \cdot K_{пр}}{T_{доп} \cdot K_{пр}} \leq 0{,}03 .$$

4.3. Расчет дорожных одежд по растягивающим напряжениям при изгибе

4.3.1. В монолитных слоях дорожной одежды (асфальтобетон, дегтебетон, материалы и грунты, укрепленные комплексными и неорганическими вяжущими) трещины не возникают, если

$$K_{пр} \leq R_{доп}/\sigma_r , \qquad (4.5)$$

где $K_{пр}$ – требуемое значение коэффициента прочности на растяжение при изгибе с учетом заданного уровня надежности, принимаемое в соответствии с таблицей I.2;

σ_r – наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое, определяемое по номограммам на рис. 4.5, 4.6;

$R_{доп}$ – предельное допускаемое растягивающее напряжение материала слоя с учетом усталостных явлений.

4.3.2. Расчет верхних монолитных слоев на растяжение при изгибе осуществляется в следующей последовательности:

по номограмме на рис. 4.5 определяют максимальное растягивающее напряжение в покрытии $\bar{\sigma}_r$ от единичной нагрузки в зависимости от $h_1/Д$ и $E_{ср.а/б}/E_{осн}$,

где $h_1/Д$ – относительная толщина одно- или двухслойного покрытия;

$E_{ср.а/б}$ – средний модуль упругости верхних монолитных слоев покрытия, определяемый по формуле:

$$E_{ср\ а/б} = \frac{E_1h_1 + E_2h_2 + E_3h_3 + \ldots + E_nh_n}{h_1 + h_2 + h_3 + \ldots + h_n} , \qquad (4.6)$$

где Д – диаметр отпечатка одиночного или спаренного колеса, см;

$E_{осн}$ – общий модуль упругости на поверхности основания, определяемый с помощью номограммы на рис. 4.1, 4.2; при определении $E_{осн}$ следует использовать диаметр отпечатка $Д_р$;

вычисляют фактическое растягивающее напряжение σ_r по формуле:

для одиночного колеса $\sigma_r = \bar{\sigma}_r \cdot p$;

для спаренного колеса $\sigma_r = 0{,}85 \cdot \bar{\sigma}_r \cdot p$, (4.7)

где P – расчетное давление на покрытие, МПа;

определяют допускаемое растягивающее напряжение при изгибе асфальтобетона $R_{доп} = R_p$ в соответствии с п. 3.7.

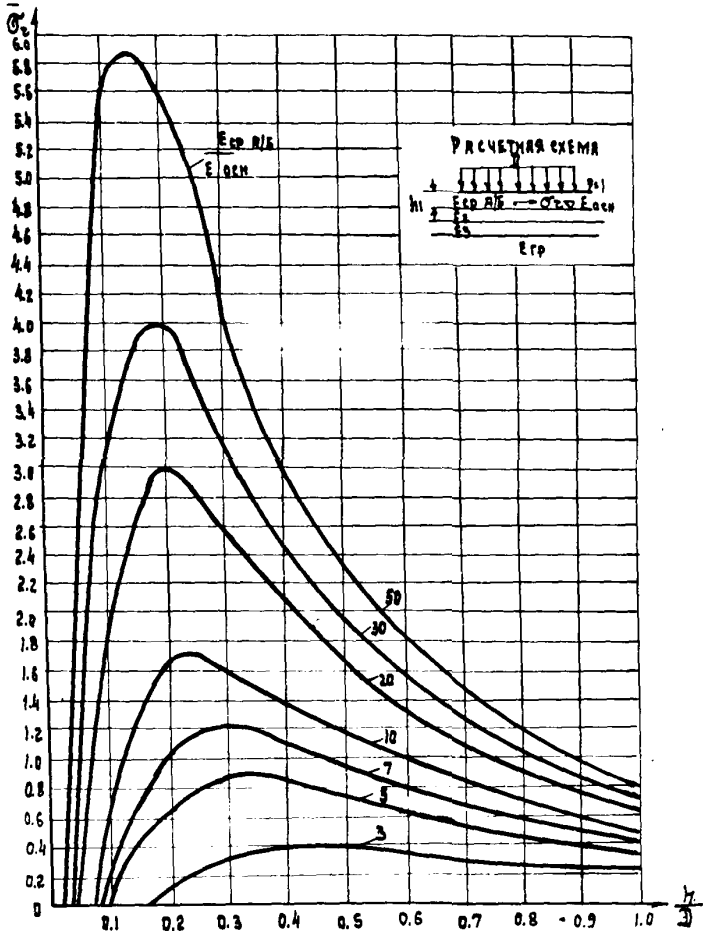


Рис.45.Номограмма для определения растягивающего напряжения $\bar{\sigma}_z$ в верхнем слое дорожной одежды.

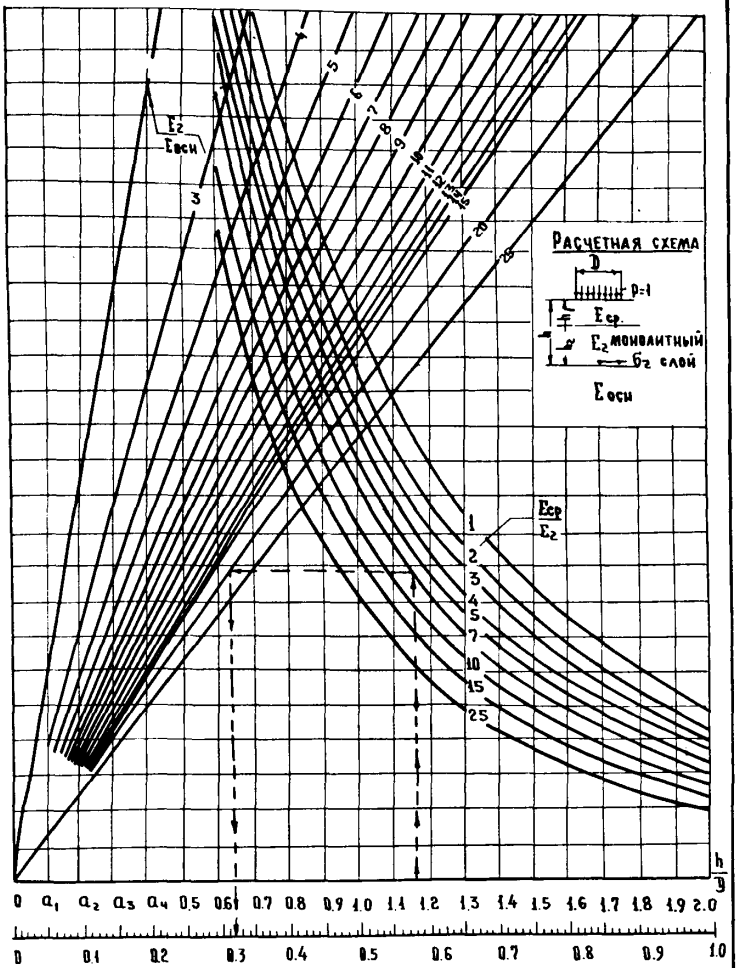


Рис. 4.6 Номограмма для определения растягивающего напряжения δ_z в промежуточном монолитном слое дорожной одежды.

Если $\frac{R_{экв}}{\sigma_r} \geq K_{пр}$, то конструкцию считают удовлетворяющей требованиям прочности на растяжение при изгибе. В противном случае нужна корректировка толщин слоев.

4.3.3. Расчет промежуточных монолитных слоев ведут в следующем порядке:

определяют по формуле (2.2) средневзвешенный модуль упругости конструктивных слоев, лежащих выше рассчитываемого монолитного слоя;

определяют общий модуль упругости на поверхности основания, подстилающего рассчитываемый монолитный слой, используя для этого номограмму на рис. 4.1 и 4.2;

по номограмме на рис. 4.6 находят растягивающее напряжение от единичной нагрузки в рассчитываемом слое и по формуле (4.7) высисляют фактическое растягивающее напряжение.

Далее расчет ведется в той же последовательности, что для верхних монолитных слоев.

Расчет считается законченным, если выполняется условие:

$$\frac{R_р \cdot K_{пр} - \sigma_r}{R_р \cdot K_{пр}} = 0{,}03 .$$

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ ОДЕЖД НА СУЩЕСТВУЮЩИХ ДОРОГАХ

5.1. Усиление дорожной одежды необходимо, если при расчете существующей конструкции по любому из трех критериев значение коэффициента прочности оказывается меньшим, чем указано в таблице 1.2.

Усиление следует предусматривать и в случаях, когда по результатам оценки прочности одежды с учетом дальнейшего роста интенсивности движения можно ожидать прогрессирующего разрушения конструкции.

5.2. Проектирование усиления необходимо осуществлять на основе материалов изысканий, содержащих результаты измерения толщин всех конструктивных слоев одежды, характеристику их состояния и качества, сведения о виде грунта земляного полотна и об условиях его увлажнения. Оценку прочности существующей дорожной одежды производят в соответствии с указаниями п. 3.

5.3. Толщины слоев усиления следует назначать на основе расчета по сопротивлению растяжению при изгибе и сопротивлению сдвигу всех слабосвязных слоев и грунта земляного полотна.

Тип нового покрытия не должен быть менее совершенным, чем

покрытие усиливаемой одежды.

5.4. Толщины слоев усиления существующей дорожной одежды не должны быть менее величин, указанных в таблице I.I. Если, по данным расчета, слой усиления должен иметь толщину менее указанной в таблице I.I, но больше половины этой величины, то следует принять толщину по таблице или рассмотреть вариант применения другого материала, из которого можно устраивать более тонкий слой. Если необходимая толщина слоя усиления из материала, содержащего органическое вяжущее, меньше половины значения, указанного в таблице I.I, то достаточно предусмотреть устройство поверхностной обработки после производства ямочного ремонта проезжей части.

5.5. В случае, если результаты расчета существующей одежды показывают, что необходимо усиление конструкции, вычисленные значения при повторном расчете Q_i^3 и $Д_i^3$ можно оставить без изменения (с учетом слоя усиления).

ПРИЛОЖЕНИЕ I.

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Пример I. Требуется запроектировать конструкцию одежды внутризаводской автомобильной дороги, по которой предполагается движение транспортных средств ЧМЗАП-8390 с тягачами МАЗ-7310 (интенсивность движения - 30 ед./сут.). Кроме того, в состав движения входят автомобили: ЗИЛ-130-76 (с интенсивностью 200 ед./сут.), МАЗ-5549 (100 ед./сут.), КрАЗ-256Б1 (70 ед./сут).

Полная масса груженого транспортногол средства ЧМЗАП-8390 740 кН. Нагрузка на колесе $Q_к = \frac{740}{16} = 46{,}25$ кН. Давление воздуха в шинах-0,5 МПа.

Распределение полной массы по осям тягача МАЗ-7310: на переднюю ось - 105,75 кН; на заднюю ось - 115,0 кН. Нагрузка на колес передней оси $Q_к^{пер} = \frac{105{,}75}{2} = 52{,}87$ кН; задней оси $Q_к^{задн.} = \frac{115{,}0}{2} =$ = 57,5 кН. Давление воздуха в шинах - 0,38 МПа.

Автомобильная дорога расположена в III дорожно-климатической зоне. Местность по условиям увлажнения относится к I-му типу. Грунт земляного полотна - супесь легкая.

Назначаем предварительно конструкцию дорожной одежды:

5 см - плотный асфальтобетон I марки, горячий, на битуме БНД-130/200;

10 см - пористый асфальтобетон, горячий, на битуме БНД-130/200;

30 см - фракционированный щебень из прочных осадочных пород.

Расчетные характеристики материалов и грунта принимаются в соответствии с табл. 3.6, 3.9-3.12:

модули упругости асфальтобетона верхнего слоя покрытия: при расчете по упругому прогибу (при температуре покрытия $t° = 10°C$) $E_I = 1500$ МПа; при расчете по сопротивлению сдвигу (при расчетной температуре покрытия для II дорожно-климатической зоны $t° = 20°C$) $E_I = 800$ МПа;

при расчете на изгиб $E_I = 2600$ МПа;

Модули упругости асфальтобетонного нижнего слоя покрытия при расчете по упругому прогибу (при $t° = 10°C$) $E_2 = 1100$ МПа; при расчете по сопротивлению сдвигу (при $t° = 20°C$) $E_2 = 590$ МПа; при расчете на изгиб $E_2 = 1800$ МПа;

модуль упругости фракционированного щебня $E_З$ = 300 МПа;

расчетная влажность грунта (по формуле 3.I) $W_р$ = 0,55 (I + + I,7·0,I)$W_т$ = 0,64$W_т$; характеристики грунта: $E_{гр}$ = 53 МПа; $\varphi_{гр}$ = = 36^0 , $C_{гр}$ = 0,0I3 МПа.

Определяем по формуле (2.2) средневзвешенный модуль упругости дорожной одежды:

$$E_{ср} = \frac{I500 \cdot 5 + II00 \cdot I0 + 300 \cdot 30}{5 + I0 + 30} = 6II \text{ МПа}.$$

Вычисляем отношение: $E_{ср}/E_{гр}$ = 6II/53 = II,5.

Требуемый уровень надежности для данной дороги $К_н$ = 0,95 (см. табл. I.2). Коэффициенты прочности по всем критериям расчета, соответствующие требуемому уровню надежности, принимаем $К_{пр} \geq I$.

Расчет дорожной одежды осуществляется в следующем порядке:

I. Определяем суммарный коэффициент приведения к расчетной нагрузке для транспортного средства ЧМЗАП-8390.

Диаметр круга, равновеликого отпечатку движущегося колеса, определяем по формуле (2.3):

$$Д_к = \sqrt{\frac{40 \cdot I,I \cdot 46,25}{3,I4 \cdot 0,5}} = 36,0 \text{ см}$$

Вычисляем отношение: $\frac{Н}{Д_к} = \frac{45}{36} = I,25$, где

Н - суммарная толщина слоев дорожной одежды.

По формуле (2.I) вычисляем эквивалентные колесные нагрузки $Q_i^э$ для каждой оси ЧМЗАП-8390.

Для I-ой оси:

определяем отношение расстояния ℓ_{I-2} между первой и второй осью к диаметру $Д_к$;

$$\frac{\ell_{I-2}}{Д_к} = \frac{I55}{36} = 4,3;$$

по номограмме на рис. 2.I для значений $\frac{\ell_{I-2}}{Д_к} = 4,3$;

$\frac{Н}{Д_к} = I,25$; $\frac{Eср}{Eгр} = II,5$ находим коэффициент $\vartheta^+_{I-2} = 0,06$;

определяем отношение расстояния ℓ_{I-3} между первой и третьей осью к диаметру $Д_к$;

$$\frac{\ell_{I-3}}{Д_к} = \frac{I55 + 230}{36} = I0,7;$$

с учетом номограммы на рис. 2.I принимаем коэффициент $\vartheta^+_{I-3} = 0$;

следовательно, влиянием колес третьей и четвертой осей на напряжения и деформации под расчетным колесом первой оси можно пренебречь;

определяем отношения расстояний от 2-го колеса первой оси до остальных колес этой оси к диаметру Дк и по номограмме на рис. 2.3 находим значения коэффициентов q:

$\frac{\ell_1}{Д_к} = \frac{93}{36} = 2{,}58;\ q_1 = 0{,}18;$

$\frac{\ell_3}{Д_к} = \frac{85}{36} = 2{,}36;\ q_3 = 0{,}22;$

$\frac{\ell_4}{Д_к} = \frac{178}{36} = 4{,}94;\ q_4 = 0.$

Подставляя найденные значения коэффициентов в формулу (2.1), определяем эквивалентную колесную нагрузку для первой оси:

$Q_1^э = 46{,}25 \cdot 1{,}1 \cdot (0{,}06+1)(0{,}18+0{,}22+1) = 75{,}50$ кН.

Для 2-ой оси:

по номограмме на рис. 2.2 для отношений $\frac{H}{Д_к} = 1{,}25;$

$\frac{Ecp}{Erp} = 11{,}5$ и $\frac{\ell_{1-2}}{Д_к} = 4{,}3$ находим значение коэффициента

$q^-_{2-1} = 0{,}13;$

определяем отношение расстояния ℓ_{2-3} между второй и третьей осью к диаметру Дк:

$\frac{\ell_{2-3}}{Д_к} = \frac{230}{36} = 6{,}4;$

по номограмме на рис. 2.1 определяем значение коэффициента $q^+_{2-3} = 0$; следовательно, влиянием колес третьей и четвертой осей можно пренебречь;

коэффициенты q для второй оси принимаем те же, что для первой оси (вследствие равенства расстояний между колесами на каждой оси):

$q_1 = 0{,}18;\quad q_3 = 0{,}22;\quad q_4 = 0;$

определяем по формуле (2.1) эквивалентную колесную нагрузку для второй оси:

$Q_2^э = 46{,}25 \cdot 1{,}1(0{,}13+1)(0{,}18+0{,}22+1) = 80{,}49$ кН.

Для 3-ей оси:

для $\frac{\ell_{2-3}}{Д_к} = \frac{230}{36} = 6{,}4;\ \frac{H}{Д_к} = 1{,}25$ и $\frac{Ecp}{Erp} = 11{,}5$

по номограмме на рис. 2.2 находим $q^-_{3-2} = 0;$

для $\frac{\ell_{1-3}}{Д_к} = \frac{385}{36} = 10{,}69$; $q^{-}_{3-1} = 0$;

для $\frac{\ell_{3-4}}{Д_к} = \frac{130}{36} = 3{,}61$; $q^{+}_{3-4} = 0{,}12$;

эквивалентная колесная нагрузка по формуле (2.1) составит:

$Q^{э}_{3} = 46{,}25 \cdot 1{,}1(0{,}12+1)(0{,}18+0{,}22+1) = 79{,}77$ кН.

Для 4-ой оси:

$\frac{\ell_{1-4}}{Д_к} = \frac{515}{36} = 14{,}3$; $q^{-}_{4-1} = 0$;

$\frac{\ell_{2-4}}{Д_к} = \frac{360}{36} = 10{,}0$; $q^{-}_{4-2} = 0$;

$\frac{\ell_{3-4}}{Д_к} = \frac{130}{36} = 3{,}61$; $q^{-}_{4-3} = 0{,}21$;

$Q^{э}_{4} = 46{,}25 \cdot 1{,}1(0{,}21+1)(0{,}18+0{,}22+1) = 86{,}19$ кН.

Так как колесная нагрузка СТАС $Q_к < 65$ кН (см. таблицу 1 приложения 2), то осуществляем приведение осевых эквивалентных нагрузок к расчетной нагрузке группы А ($Q_р$=65 кН; р=0,6 МПа). Для этого по формуле (2.4) для каждой оси СТАС определяем значения эквивалентных диаметров $Д^{э}_{i}$, а затем по отношениям $Н/Д^{э}_{i}$ и при Н=45 см по графику (рис. 2.4) находим коэффициенты приведения:

$Н/Д^{э}_{1} = \frac{45}{43{,}9} = 1{,}02$; $S_1 = 8{,}9$;

$Н/Д^{э}_{2} = \frac{45}{45{,}3} = 1{,}0$; $S_2 = 10{,}0$;

$Н/Д^{э}_{3} = \frac{45}{45{,}1} = 1{,}0$; $S_3 = 10{,}0$;

$Н/Д^{э}_{4} = \frac{45}{46{,}9} = 0{,}96$; $S_4 = 11{,}9$.

По графику на рис. 2.6 находим для р=0,5 МПа значение поправочного коэффициента: К = 0,11.

Суммарный коэффициент приведения:

$$S_{чмзап} = 0{,}11(8{,}9+10{,}0+10{,}0+11{,}9) = 4{,}49.$$

2. Определяем суммарный коэффициент приведения к расчетной нагрузке для тягача МАЗ-7310. Схема расположения колес тягача приведена в Приложении 1, рис. 1.

Диаметр круга, равновеликого отпечатку движущегося колеса: для колес передних осей $Д_{пер.} = \sqrt{\frac{40 \cdot 1{,}1 \cdot 5287}{3{,}14 \cdot 0{,}38}} = 44{,}1$ см;

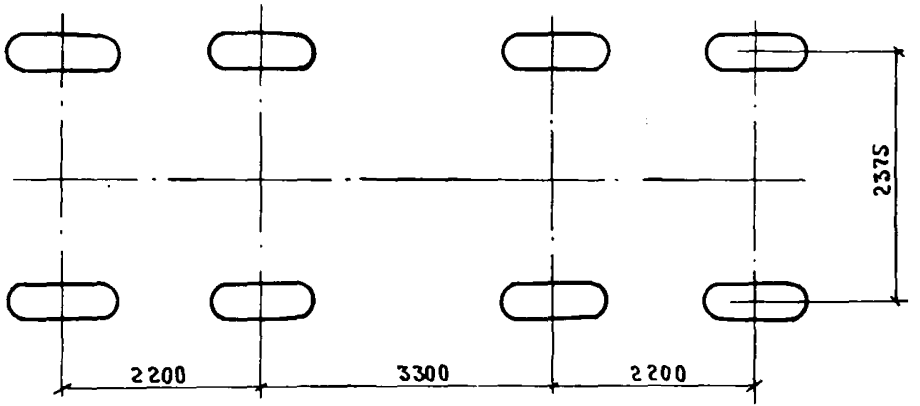


Рис. I. Схема расположения колес тягача МАЗ-7310.

для колес задних осей $Д_{задн.} = \sqrt{\frac{40 \cdot I,I \cdot 5750}{3,I4 \cdot 0,38}} = 46,0$ см.

$\frac{H}{Дпер.} = \frac{45}{44,I} = I,02$; $\frac{H}{Дзадн.} = \frac{45}{46} = 0,98$; $\frac{Ecp}{Егр} = II,5$.

По номограммам на рис. 2.I, 2.2 определяем значения коэффициентов влияния q^+ и q^-:

$\frac{\tau_{1-2}}{Дпер.} = \frac{220}{44,I} = 5,0$; $q^+_{1-2} = 0$; $q^-_{2-1} = 0,07$;

$\frac{\tau_{3-4}}{Дзадн.} = \frac{220}{46} = 4,78$; $q^+_{3-4} = 0,005$; $q^-_{4-3} = 0,08$;

$\frac{\tau_{2-3}}{Дпер.} = \frac{330}{44,I} = 7,48$; $q^+_{2-3} = 0$;

$\frac{\tau_{2-3}}{Дзадн.} = \frac{330}{46} = 7,I7$; $q^-_{3-2} = 0$.

По номограмме на рис. 2.3 находим значения коэффициентов q :

для передних осей $\frac{\tau}{Дпер.} = \frac{237,5}{44,I} = 5,38$; $q = 0$;

для задних осей $\frac{\tau}{Дзадн.} = \frac{237,5}{46,0} = 5,I6$; $q = 0$.

Эквивалентные осевые колесные нагрузки определяются по формуле (2.I):

$$Q^э_I = 52,875 \cdot I,I(0+I)(0+I) = 58,I6 \text{ кН};$$

$$Q^э_2 = 52,875 \cdot I,I(0,07+I)(0+I) = 62,23 \text{ кН};$$

$$Q^э_3 = 57,50 \cdot I,I(0,005+I)(0+I) = 63,57 \text{ кН};$$

$$Q^э_4 = 57,50 \cdot I,I(0,08+I)(0+I) = 68,3I \text{ кН}.$$

Колесная нагрузка тягача $Q_к < 65$ кН. Поэтому осуществляем приведение осевых эквивалентных нагрузок к расчетной нагрузке группы А.

$H/Д^э_I = \frac{45}{44,2} = I,02$; $S_1 = 8,9$;

$H/Д^э_2 = \frac{45}{45,7} = 0,98$; $S_2 = I0,6$;

$H/Д^э_3 = \frac{45}{46,2} = 0,97$; $S_3 = II,5$;

$H/Д^э_4 = \frac{45}{47,8} = 0,94$; $S_4 = I3,7$.

По графику на рис. 2.6 находим для $p=0,38 \approx 0,4$ МПа значение поправочного коэффициента: $K=0,026$. Суммарный коэффициент приве-

дения для тягача: $S_{МАЗ-7310} = 0,026 \cdot (8,9+10,6+11,5+13,7) = 1,16$.

3. По таблице 2 приложения 2 находим суммарные коэффициенты приведения воздействия от остальных транспортных средств на дорожную одежду к расчетной нагрузке группы А:

$S_{ЗИЛ-130} = 0,20$; $S_{МАЗ-5549} = 1,06$; $S_{КрАЗ-256} = 3,48$.

4. По формуле (2.5) вычисляем приведенную интенсивность расчетной нагрузки:

$N_p = 0,55(30 \cdot 4,49+30 \cdot 1,16+200 \cdot 0,20+100 \cdot 1,06+70 \cdot 3,48) = 308$ ед/с

5. Рассчитываем дорожную одежду по величине упругого прогиб

Расчет ведем послойно снизу вверх с помощью номограммы на рис. 4.1, в результате чего получаем общий модуль упругости $E_{общ}$ на поверхности покрытия (этапы расчета сведены в табл. 1).

Таблица 1.

Материал слоя	Модуль упругости E_i, МПа	Толщина слоя h_i, см	$\frac{h_i}{Др}$	Общий модуль упругости на поверхности слоя $E_{общ}$, МПа
Асфальтобетон плотный	1500	5	0,135	240
Асфальтобетон пористый	1100	10	0,27	198
Фракционированный щебень	300	30	0,81	132
Грунт-супесь легкая	53	-	-	53

Примечание. В таблице Др = 37 см - диаметр круга, равновеликого отпечатку колеса расчетного автомобиля.

По формуле (3.7) определяем величину требуемого модуля упругости дорожной одежды:

$$Eтр = 68 \lg(308) + 57 = 226 \text{ МПа}.$$

Вычисляем коэффициент прочности по упругому прогибу:

$Eобщ/Eтр = \frac{240}{226} = 1,06$, что несколько больше минимального требуемого значения $K_{пр} = 1,0$.

6. Рассчитываем конструкцию по сопротивлению сдвигу в грунте. Для этого вычисляем по формуле (2.2) средневзвешенный модуль упругости дорожной одежды:

$$Eср = \frac{800 \cdot 5+300 \cdot 10+300 \cdot 30}{45} = 420 \text{ МПа}.$$

По отношениям Еср/Егр = $\frac{420}{53}$ = 7,9; Н/Др = $\frac{45}{37}$ = I,2 и при $\varphi_{гр}$ = 36°

с помощью номограммы (рис. 4.3) находим удельное напряжение сдвига $\bar{\tau}_н$ = 0,0I8; отсюда

$$\tau_н = \bar{\tau}_н \cdot p = 0{,}0I8 \cdot 0{,}60 = 0{,}0I08 \text{ МПа}.$$

По номограмме (рис. 4.4) определяем напряжение сдвига от собственного веса одежды при ее толщине Н = 45 см и $\varphi_{гр}$ = 36°: $\tau_в$ = - 0,0028 МПа. Суммарное напряжение сдвига в грунте Т = $\tau_н + \tau_в$ = 0,0I08 - 0,0028 = 0,008 МПа.

По формуле (3.9) вычисляем допустимое сдвигающее напряжение в грунте:

Тдоп = Сгр·K_1·K_2·K_3 = 0,0I3·0,6·0,96·I,5 = 0,0II2 МПа,

где по формуле (3.I0) K_2 = - 0,345 ℓ_g 308 + I,8I6 = 0,96.

Тдоп/Т = $\frac{0{,}0II2}{0{,}008}$ = I,4, что больше минимального требуемого значения $K_{тр}$ = I,0.

7. Рассчитываем асфальтобетонные слои на сопротивление растяжению при изгибе.

Средневзвешенный модуль упругости асфальтобетонных слоев дорожной одежды:

$$Е_{ср.а/б} = \frac{2600 \cdot 5 + I800 \cdot I0}{5+I0} = 2067 \text{ МПа}$$

Общий модуль упругости на поверхности основания (см. табл.I) Еосн = I32 МПа.

По отношениям $\frac{Е_{ср\ а/б}}{Е_{осн}} = \frac{2067}{I32}$ = I5,6 и $\frac{h_у}{Д_р} = \frac{5+I0}{37}$ = 0,4

с помощью номограммы на рис. 4.5 находим, что $\bar{\sigma}_r$ = I,75

Растягивающее напряжение при изгибе асфальтобетона определяется по формуле (4.7):

$$\sigma_r = I{,}75 \cdot 0{,}6 = I{,}05 \text{ МПа}.$$

По формуле (3.4) вычисляем коэффициент усталости:

$$K_у = \left(\frac{308}{I000}\right)^{-0{,}I6} = I{,}2I.$$

Допустимое растягивающее напряжение определяем по формуле (3.3):

$$R_{доп} = R_р = 0{,}9(I - I{,}7I \cdot 0{,}0I) \cdot I{,}2I \cdot I{,}0 = I{,}20 \text{ МПа}.$$

$R_{доп}/\sigma_z = \frac{1,20}{1,05} = 1,14$, что больше минимального требуемого значения Кпр = 1,0.

Следовательно, выбранная конструкция дорожной одежды удовлетворяет всем критериям прочности.

Пример 2. Требуется запроектировать конструкцию одежды автомобильной дороги, по которой предусмотрена перевозка тяжеловесного оборудования на СТАС ВНИИМСС-250 с тягачом МАЗ-7310.

Полная масса груженого транспортного средства - 2966,6 кН. Нагрузка на колесо - 123,6 кН. Давление воздуха в шинах прицепа - 1,0 МПа. Схема расположения колес приведена на рис. 12,б Приложения 3.

Распределение полной массы по осям тягача МАЗ-7310: на переднюю ось - 105,75 кН, на заднюю ось - 115,0 кН. Нагрузка на колесо: передней оси - 52,87 кН; задней оси - 57,5 кН. Давление воздуха в шинах тягача - 0,38 МПа.

Грунт земляного полотна - суглинок тяжелый.

На основании результатов испытаний грунта, проведенных непосредственно перед перевозкой, установлено значение влажности грунта: $W_р = 0,74\,W_т$.

В зависимости от значения $W_р$ по таблице 3.6 принимаем расчетные характеристики грунта: модуль упругости Егр = 35 МПа; угол внутреннего трения $\varphi_{гр} = 15^0$; сцепление Сгр = 0,016 МПа.

Предварительно назначаем конструкцию дорожной одежды: 21 см - фракционированный щебень из изверженных пород, уложенный по способу заклинки; модуль упругости щебня E_I = 350 МПа.

По формуле (2.3) определяем диаметр круга, равновеликого отпечатку колеса ВНИИМСС-250:

$$Д_к = \sqrt{\frac{40 \cdot 1,1 \cdot 123,6}{3,14 \cdot 1,0}} = 41,6 \text{ см.}$$

Вычисляем отношения: $E_I/Егр = \frac{350}{35} = 10$ и $Н/Д_к = \frac{21}{41,6} \approx 0,5$.

По таблице 1 приложения 2 находим для вычисленных отношений $E_I/Егр$ и $Н/Д_к$ значения наибольшей эквивалентной нагрузки и эквивалентного диаметра для ВНИИМСС-250: $Q^э_{max} = 160,4$ кН; $Д^э_{max} = 45,2$ см.

Диаметр круга, равновеликого отпечатку колеса тягача МАЗ-7310, в среднем составляет 45 см (см. пример 1).

По таблице I для отношений $E_I/Eгр$ = I0 и Н/Дк = 2I/45 = 0,47 ≈ 0,5 находим для МАЗ-73I0 значение $Q^э_{max}$ = 63,2 кН.

Таким образом, в качестве расчетной принимаем наибольшую эквивалентную нагрузку для ВНИИМСС-250 $Q^э_{max}$ = I60,4 кН.

Рассчитываем дорожную одежду по сопротивлению сдвигу в грунте. По отношениям $E_I/Eгр$ = I0; $Н/Д^э_{max} = \frac{2I}{45,2}$ = 0,46 и при $\varphi_{гр}$ = I5° с помощью номограммы на рис. 4.3 находим удельное сопротивление сдвига в грунте $\bar{\tau}_н$ = 0,I09; отсюда $\tau_н = \bar{\tau}_н \cdot p$ = 0,I09·I,0 = 0,I09 МПа.

По номограмме (рис. 4.4) определяем напряжение сдвига от собственного веса одежды при ее толщине Н = 2I см и $\varphi_{гр}$ = I5°: $\tau_в \approx 0$. Суммарное напряжение сдвига в грунте $T = \tau_н + \tau_в$ = 0,I09 МПа.

Допустимое сдвигающее напряжение:

Тдоп = Сгр·$К_I$·$К_2$·$К_3$ = 0,0I6·0,9·2,69·I,5 = 0,058 МПа,

где $К_2$ определяется по формуле (3.I0); $К_2 = -0,345 \lg(\frac{6}{2I00}) +$ + I,8I6 = 2,69.

Тдоп/Т = $\frac{0,058}{0,I09}$ = 0,53, что несколько больше минимального требуемого значения Кпр = 0,50.

Условие прочности по критерию сопротивления сдвигу в грунте выполнено.

Таким образом, толщина дорожной одежды назначена правильно.

Пример 3. Требуется проверить прочность конструкции одежды автомобильной дороги, по которой предполагается разовый проезд груженого транспортного средства ЧМЗАП-5530 с тягачом МАЗ-73I0.

Полная масса груженого транспортного средства ЧМЗАП-5530 - - I665 кН. Нагрузка на колесо Qк = 70 кН, давление воздуха в шинах р = 0,675 МПа. Схема расположения колес приведена на рис. 8,б Приложения 3.

Характеристики МАЗ-73I0 см. в примерах I,2. Перевозка будет осуществляться при температуре $t°$ = I0°С.

Конструкция существующей дорожной одежды: 4 см - плотный асфальтобетон I марки на битуме БНД-60/90; 8 см - пористый асфальтобетон на битуме БНД-60/90; 30 см - известняковый щебень; 30 см - среднезернистый песок. Грунт земляного полотна - суглинок пылеватый. Требуемый коэффициент прочности дорожной одежды - Кпр ≥ I,0.

К моменту перевозки автомобильная дорога находилась в эксплуатации 5 лет (при проектном сроке службы 20 лет). Интенсивность воздействия расчетной нагрузки группы А - 500 авт/сут. на полосу.

Диаметр круга, равновеликого отпечатку движущегося колеса ЧМЗАП-5530:

$$Д_к = \sqrt{\frac{4 \cdot I,I \cdot I0 \cdot 70}{3,I4 \cdot 0,675}} = 38,I \text{ см.}$$

Расчетные значения модулей упругости асфальтобетона принимаем по таблице 3.I0 для температуры $t^\circ = I0^\circ C$:

асфальтобетона покрытия - $E_I = 2250$ МПа;

асфальтобетона основания - $E_2 = I350$ МПа.

Значения модулей упругости щебня и песка принимаются соответственно по таблицам 3.I2 и 3.2: $E_3 = 350$ МПа; $E_4 = I20$ МПа.

На основании результатов испытаний грунта, проведенных непосредственно перед перевозкой, установлено значение его влажности: $W_р = 0,75 W_т$. В зависимости от значения $W_р$ по таблице 3.6 принимаем расчетные характеристики грунта: модуль упругости $E_{гр} = 38$ МПа; угол внутреннего трения $\varphi_{гр} = I5^\circ$; сцепление $C_{гр} = 0,0I3$МПа

Ввиду невозможности проведения испытаний дорожной конструкции в соответствии с ВСН 46-83 (см. п. 3.6) фактическое состояние материалов конструктивных слоев одежды оценивалось по результатам ее вскрытия. На основании данных обследования дороги приняты следующие значения поправочных коэффициентов (см. таблицу 3.7):

для асфальтобетонных слоев $К_п = I,0$; $К_в = I,0$; $К_т = 0,85$; $К_с = I,0$;

для щебеночного основания и песчаного слоя $К_п = I,0$; $К_в = I,0$; $К_т = I,0$; $К_с = I,0$.

Определяем по формуле (3.2) фактические значения модулей упругости конструктивных слоев:

асфальтобетона покрытия $E_I = 2250 \cdot I,0 \cdot I,0 \cdot 0,85 \cdot I,0 = I9I2$ МПа;

асфальтобетона основания $E_2 = I350 \cdot I,0 \cdot I,0 \cdot 0,85 \cdot I,0 =$
$= I\,I47$ МПа;

щебеночного основания $E_3 = 350$ МПа;

песчаного слоя $E_4 = I20$ МПа; $\varphi_4 = 40^\circ$; $C_4 = 0,006$ МПа.

По формуле (2.2) определяем средневзвешенный модуль упругости дорожной одежды:

$$Eср = \frac{1912\cdot4 + 1147\cdot8 + 350\cdot30 + 120\cdot30}{4 + 8 + 30 + 30} = 429 \text{ МПа}.$$

Вычисляем отношения: $Eср/Eгр = \frac{429}{388} = 1{,}3$; $Н/Д^{э} = \frac{72}{38{,}1} = 1{,}89$.

По таблице I Приложения 2 находим интерполяцией для вычисленных отношений Eср/Eгр и Н/Дэ значения наибольшей эквивалентной нагрузки и эквивалентного диаметра для ЧМЗАП-5530: $Q^{э}_{max} = 134{,}3$ кН; $Д^{э}_{max} = 50{,}3$ см.

1. Рассчитываем дорожную одежду по сопротивлению сдвигу в грунте земляного полотна.

По отношениям $Eср/Eгр = 11{,}3$; $Н/Д^{э}_{max} = \frac{72}{50{,}3} = 1{,}43$ и при $\varphi_{гр} = 15^{\circ}$ с помощью номограммы (рис. 4.3) находим удельное напряжение сдвига $\bar{\tau}_{н} = 0{,}022$; отсюда $\tau_{н} = \bar{\tau}_{н}\cdot p = 0{,}022\cdot0{,}675 = 0{,}0148$ МПа.

По номограмме (рис. 4.4) определяем напряжение сдвига от собственного веса одежды при ее толщине H = 72 см и $\varphi_{гр} = 15^{\circ}$: $\tau_{в} \approx 0$. Суммарное напряжение сдвига $T = \tau_{н} + \tau_{в} = 0{,}0148$ МПа.

По формуле (3.9) вычисляем допустимое сдвигающее напряжение в грунте:

$Tдоп = Cгр\cdot K_1\cdot K_2\cdot K_3 = 0{,}13\cdot0{,}9\cdot1{,}09\cdot1{,}50 = 0{,}0191$ МПа,

где по формуле (3.10) $K_2 = -0{,}345 \lg\left(\frac{5}{20}\cdot500\right) + 1{,}816 = 1{,}09$.

$$Tдоп/T = \frac{0{,}0191}{0{,}0148} = 1{,}29 > Kпр = 1{,}0.$$

2. Проверяем прочность конструкции на сопротивление сдвигу в песке.

Определяем средний модуль упругости слоев, лежащих выше песчаного:

$$Eср = \frac{1912\cdot4 + 1147\cdot8 + 350\cdot30}{4 + 8 + 30} = 650 \text{ МПа}.$$

По отношениям $Eср/E_4 = \frac{650}{120} = 5{,}4$ и $\Sigma h/Д^{э}_{max} = \frac{42}{50{,}3} = 0{,}83$ и при $\varphi_{ц} = 40^{\circ}$ по номограмме на рис. 4.3 находим для песка: $\bar{\tau}_{н} = 0{,}034$; $\tau_{н} = \bar{\tau}_{н}\cdot p = 0{,}034\cdot0{,}675 = 0{,}0229$ МПа.

По номограмме (рис. 4.4) при $\Sigma h = 42$ см и $\varphi_{ц} = 40^{\circ}$ определяем $\tau_{в} = -0{,}0028$ МПа.

Полное активное напряжение сдвига в песке:

$T = \tau_{н} + \tau_{в} = 0{,}0229 - 0{,}0028 = 0{,}0201$ МПа.

Допускаемое сдвигающее напряжение:

$$Тдоп = C_4 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 0{,}006 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}09\ 6{,}0 = 0{,}0352 \text{ МПа}.$$

$$Тдоп/Т = \frac{0{,}0352}{0{,}0201} = 1{,}75 > Кпр = 1{,}0.$$

3. Рассчитываем асфальтобетон на растяжение при изгибе. Средний модуль упругости асфальтоебтонных слоев:

$$Еср.\ а/б = \frac{1912 \cdot 4 + 1147 \cdot 8}{4 + 8} = 1402 \text{ МПа}.$$

Определяем общий модуль упругости на поверхности основания. Этапы расчета сведены в таблицу 2.

Таблица 2.

Материал слоя	Модуль упругости E_i, МПа	Толщина слоя h_i, см	$h_i/Д_р$	Общий модуль упругости на поверхности слоя Еобщ, МПа
Известняковый щебень	350	30	0,6	133
Песок	120	30	0,6	62
Грунт-суглинок пылеватый	38	-	-	38

Примечание. В таблице $Д_р = Д^{э}_{max} = 50{,}3$ см - диаметр отпечатка, соответствующий максимальной эквивалентной нагрузке $Q^{э}_{max}$

По отношениям $Еср.\ а/б \,/\, Еосн. = \frac{1402}{133} = 10{,}5$ и $\frac{h_1}{Д_р} = \frac{12}{38{,}1}$

с помощью номограммы на рис. 4.5 находим $\bar{\sigma}_r = 1{,}65$; отсюда $\sigma_r = \bar{\sigma}_r \cdot p = 1{,}65 \cdot 0{,}675 = 1{,}11$ МПа.

Находим среднее сопротивление растяжению при изгибе для асфальтобетона основания по таблице 3.10: $\bar{R}_2 = 0{,}8$ МПа.

По формуле (3.4) определяем коэффициент Ку:

$$Ку = \left(\frac{5 \cdot 500}{20 \cdot 1000}\right)^{-0{,}16} = 1{,}39.$$

Допускаемое растягивающее напряжение вычисляем по формуле (3.3):

$$Rдоп = 0{,}8 \cdot 1{,}39 = 1{,}11 \text{ МПа}.$$

$$\frac{Rдоп}{\sigma_r} = \frac{1{,}11}{1{,}11} = 1{,}0,$$ что равно минимальному требуемому коэффициенту прочности Кпр = 1,0.

Таким образом, прочность существующей дорожной одежды достаточна для прохода груженого транспортного средства ЧМЗАП-5530 с тягачом МАЗ-7310.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ЗНАЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СТАС И АВТОМОБИЛЕЙ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

I. Шойерле К-I00/4; $Q_к$ = 37,5 кН; Р = 0,7 МПа; $Д_к$ = 27,4 см

$Н/Д_к$ = 0,5

Таблица I.

E_I/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	64,4 / 4	70,95 / 4	91,16 / 4	112,8 / 1; 115 / 1; 117,2 / 2
$\frac{Н}{Д_{экв}}$	0,40	0,38	0,33	0,3; 0,3; 0,3

$Н/Д_к$ = I,0

E_I/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	67,6 / 4	77,96 / 1; 78,7 / 3	99,4 / 1; 104,4 / 3	122,4 / 1; 131,9 / 1; 135,4 / 2
$\frac{Н}{Д_{экв}}$	0,78	0,72; 0,72	0,65; 0,63	0,58; 0,56; 0,55

$H/Д_к$ = I,5

E_I/E_2	5		:	I0		:	20			:	30		
$Q_i^э$	74,25 / 1	77,96 / 3	:	84,98 / 1	90,9 / 3	:	I09,I6 / 1	I22,I3 / 1	I23,2I / 2	:	532,97 / 1	I48,46 / 1	I54,5 / 2
$\frac{H}{Д_{экв}}$	I,II	I,09		I,05	I,02		0,92	0,88	0,86		0,83	0,79	0,78

$H/Д_к$ = 2,0

E_I/E_2	5		:	I0		:	20			:	30		
$Q_i^э$	8I,3 / 1	9I,0 / 3	:	93,6 / 1	I07,7 / 3	:	II8,I / 1	I36,5 / 1	I39,9 / 2	:	I46,I / 1	I64,9 / 1	I76,9 / 2
$\frac{H}{Д_{экв}}$	I,43	I,35		I,33	I,24		I,I8	I,I0	I,08		I,06	0,99	0,96

2. Шойерле К-I50/6; $Q_к$ = 37,5 кН; P = 0,7 МПа; $Д_к$ = 27,4 см

$H/Д_к$ = 0,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30		
$Q_i^э$	70,I2 / 6	:	80,44 / 6	:	I0I,5 / 6	:	II9,5 / 1	I2I,8 / 1	I24,2 / 4
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0.38		0,35		**0,32**		0,29	0,29	0,29

$H/Д_э = 1,0$

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	$\frac{75,0}{6}$	$\frac{88,74}{6}$	$\frac{108,9}{1}$; $\frac{114,3}{5}$	$\frac{127,0}{1}$; $\frac{136,9}{1}$; $\frac{140,6}{4}$
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,74	0,68	0,62 ; 0,6	0,57 ; 0,55 ; 0,54

$H/Д_э = 1,5$

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	$\frac{85,4}{1}$; $\frac{89,66}{5}$	$\frac{96,1}{1}$; $\frac{102,84}{5}$	$\frac{118,32}{1}$; $\frac{132,4}{1}$; $\frac{133,55}{4}$	$\frac{138,17}{1}$; $\frac{153,96}{1}$; $\frac{160,5}{4}$
$\frac{H}{Д_{экв}}$	1,03; 1,02	0,98; 0,95	0,89; 0,83; 0,83;	0,82; 0,78; 0,76

$H/Д_э = 2,0$

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	$\frac{93,6}{1}$; $\frac{104,9}{5}$	$\frac{106,0}{1}$; $\frac{121,9}{5}$	$\frac{128,3}{1}$; $\frac{148,2}{1}$; $\frac{151,98}{4}$	$\frac{150,6}{1}$; $\frac{169,97}{1}$; $\frac{182,4}{4}$
$\frac{H}{Д_{экв}}$	1,32; 1,25	1,24; 1,16	1,13; 1,05; 1,04	1,04; 0,99; 0,95

3. Шойерле К-I75/7; $Q_к$ = 35,0 кН; P = 0,7 МПа; $Д_к$ = 26,5 см

$H/Д_к$ = 0,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	65,44 / 7		75,07 / 7		94,73 / 7		III;5 / I; II3,7 / I; II5,9 / 5
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,38		0,36		0,32		0,29; 0,29; 0,29

$H/Д_к$ = I,0

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	70,0 / 7		82,07 / I; 82,8 / 6		I0I,6 / I; I06,7 / 6		II8,5 / I; I27,8 / I; I36,2 / 5
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,74		0,68; 0,68		0,62; 0,6		0,57; 0,55; 0,54

$H/Д_к$ = I,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	79,7 / I; 83,7 / 6		89,7 / I; 96,0 / 6		II0,4 / I; I23,6 / I; I24,6 / 5		I28,95 / I; I43,7 / I; I49,8 / 5
$\frac{H}{Д_{экв}}$	I,04; I,02		0,98; 0,95		0,88; 0,83; 0,83		0,82; 0,77; 0,76

$H/Д_{и} = 2,0$

E_I/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	$\frac{87,4}{1}$; $\frac{97,9}{6}$	$\frac{98,9}{1}$; $\frac{113,8}{6}$	$\frac{119,7}{1}$; $\frac{138,3}{1}$; $\frac{141,8}{5}$	$\frac{140,6}{1}$; $\frac{158,6}{1}$; $\frac{170,2}{5}$
$\frac{H}{Д_{эив}}$	1,33; 1,25	1,25; 1,16	1,13; 1,05; 1,03	1,04; 0,98; 0,96

4. ВНИИМСС-150; $Q_{и}$ = 81,25 кН; P = 1,0 МПа; $Д_{и}^{2-5}$ *) = 33,7; $Д_{и}^{1,6}$ *) = 48,1 см

$H/Д_{и} = 0,5$

E_I/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	$\frac{89,4}{4}$; $\frac{178,8}{2}$	$\frac{96,5}{2}$; $\frac{97,5}{2}$; $\frac{178,8}{2}$	$\frac{117,1}{2}$; $\frac{121,8}{2}$; $\frac{178,8}{2}$	$\frac{132,3}{2}$; $\frac{145,5}{2}$; $\frac{178,8}{2}$
$\frac{H}{Д_{эив}}$	0,5; 0,5	0,48; 0,48; 0,5	0,44; 0,43; 0,5	0,41; 0,39; 0,5

$H/Д_{и} = 1,0$

E_I/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	$\frac{92,9}{2}$; $\frac{96,7}{2}$; $\frac{178,8}{2}$	$\frac{101,0}{2}$; $\frac{107,0}{2}$; $\frac{178,8}{2}$	$\frac{123,3}{2}$; $\frac{138,1}{2}$; $\frac{178,8}{2}$	$\frac{139,4}{2}$; $\frac{160,3}{2}$; $\frac{178,8}{2}$
$\frac{H}{Д_{эив}}$	0,98; 0,96; 1,0	0,94; 0,91; 1,0	0,85; 0,80; 1,0	0,80; 0,74; 1,0

*) цифрами обозначены номера осей.

$H/Д^{н} = 1,5$

E_1/E_2	5			10			20			30		
$Q^{э}$	$\frac{98,3}{2}$	$\frac{108,1}{2}$	$\frac{178,8}{2}$	$\frac{109,9}{2}$	$\frac{124,2}{2}$	$\frac{178,8}{2}$	$\frac{129,6}{2}$	$\frac{152,9}{2}$	$\frac{178,8}{2}$	$\frac{145,7}{2}$	$\frac{177,7}{2}$	$\frac{178,8}{2}$
$\frac{H}{Д^{н}в}$	1,43;	1,36;	1,51	1,35;	1,27;	1,51	1,24;	1,14;	1,51	1,17;	1,06;	1,51

$H/Д^{н} = 2,0$

E_1/E_2	5			10			20			30		
$Q^{э}$	$\frac{101,9}{2}$	$\frac{119,2}{2}$	$\frac{178,8}{2}$	$\frac{116,2}{2}$	$\frac{140,6}{2}$	$\frac{178,8}{2}$	$\frac{137,6}{2}$	$\frac{172,05}{2}$	$\frac{178,8}{2}$	$\frac{149,3}{2}$	$\frac{191,05}{2}$	$\frac{178,8}{2}$
$\frac{H}{Д^{н}в}$	1,87;	1,73;	2,0	1,75;	1,59;	2,0	1,61;	1,44;	2,0	1,55;	1,37;	2,0

5. ВНИИМСС-250; $Q^{н}$ = 123,6 кН; P = 1,0 МПа; $Д^{н}$ = 41,6 см

$H/Д^{н} = 0,5$

E_1/E_2	5			10			20			30		
$Q^{э}$	$\frac{148,2}{2}$	$\frac{135,96}{2}$	$\frac{141,4}{2}$	$\frac{160,43}{2}$	$\frac{145,48}{2}$	$\frac{155,66}{2}$	$\frac{174,03}{2}$	$\frac{180,83}{2}$	$\frac{202,53}{2}$	$\frac{199,96}{2}$	$\frac{203,94}{2}$	$\frac{238,6}{2}$
$\frac{H}{Д^{н}в}$	0,50;	0,49;	0,48	0,48;	0,47;	0,46	0,44;	0,43;	0,41	0,42;	0,4;	0,38

$H/Д_н = 1,0$

E_1/E_2	5			10			20			30		
$Q_2^э$	$\frac{156,35}{2}$	$\frac{135,96}{2}$	$\frac{152,27}{2}$	$\frac{165,87}{2}$	$\frac{156,35}{2}$	$\frac{173,81}{2}$	$\frac{186,26}{2}$	$\frac{190,34}{2}$	$\frac{226,51}{2}$	$\frac{210,74}{2}$	$\frac{213,0}{2}$	$\frac{265,83}{2}$
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,94;	1,0;	0,94	0,90;	0,94;	0,87	0,85;	0,84;	0,77	0,8;	0,8;	0,71

$H/Д_н = 1,5$

E_1/E_2	5			10			20			30		
$Q_2^э$	$\frac{163,13}{2}$	$\frac{145,48}{2}$	$\frac{174,57}{2}$	$\frac{174,57}{2}$	$\frac{164,51}{2}$	$\frac{200,57}{2}$	$\frac{197,14}{2}$	$\frac{199,86}{2}$	$\frac{251,82}{2}$	$\frac{220,25}{4}$	$\frac{286,33}{2}$	
$\frac{H}{Д_{экв}}$	1,36;	1,45;	1,32	1,32;	1,36;	1,23	1,24;	1,24;	1,10	1,17;	1,03	

$H/Д_н = 2,0$

E_1/E_2	5			10			20			30		
$Q_2^э$	$\frac{171,31}{2}$	$\frac{157,71}{2}$	$\frac{200,3}{2}$	$\frac{180,83}{2}$	$\frac{179,46}{2}$	$\frac{231,5}{2}$	$\frac{208,02}{2}$	$\frac{209,38}{2}$	$\frac{276,38}{2}$	$\frac{229,77}{4}$	$\frac{312,49}{2}$	
$\frac{H}{Д_{экв}}$	1,78;	1,85;	1,66	1,73;	1,73;	1,53	1,61;	1,61;	1,41	1,53;	1,31	

6. ВНИИМСС-500; $Q_н$ = 200 кН; P = I,I5 МПа; $Д_н$ = 49,4 см

H/$Д_н$ = 0,5

E_1/E_2	5		I0		20		30	
$Q^?$	237,6/4	242,35/4	26I,8/4	272,27/4	334,27/4	337,39/4	389,3I/4	396,26/4
$\frac{H}{Д_{эфв}}$	0,48;	0,48	0,46;	0,45	0,38;	0,37	0,34;	0,33

H/$Д_н$ = I,0

E_1/E_2	5		I0		20		30	
$Q^?$	248,6/4	266,0/4	288,29/4	304,92/4	360,58/4	376,97/4	4I3,82/4	428,34/4
$\frac{H}{Д_{эфв}}$	0,66;	0,84	0,80;	0,78	0,72;	0,7I	0,65;	0,63

H/$Д_н$ = I,5

E_1/E_2	5		I0		20		30	
$Q^?$	287,39/4	303,73/4	3I7,I5/4	356,05/4	386,85/4	42I,39/4	438,94/4	476,78/4
$\frac{H}{Д_{эфв}}$	I,36;	I,28	I,25;	I,I8	I,I3;	I,09	I,06;	I,02

Н/Дч = 2,0

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	303,16; 343,2 / 4 4	344,52; 392,37 / 4 4	416,33; 460,15 / 4 4	464,68; 511,94 / 4 4
$\frac{H}{Д^{эч}_{в}}$	I,7I; I,60	I,60; I,5I	I,45; I,38	I,38; I,30

7. ВНИИМСС-600; $Q^{ч}$ = 220кН; Р = I,I5 МПа; Дч = 5I,8 см

Н/Дч = 0,5

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	263,8; 269,I / 4 4	3II,0; 3I7,I / 4 4	386,8; 394,0 / 4 4	47I,6; 484,2 / 4 4
$\frac{H}{Д^{эч}_{в}}$	0,48; 0,47	0,44; 0,44	0,39; 0,39	0,36; 0,35

Н/Дч = I,0

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	293,7; 308,I / 4 4	343,0; 362,6 / 4 4	425,9; 445,3 / 4 4	5I7,6; 540,I / 4 4
$\frac{H}{Д^{эч}_{в}}$	0,90; 0,88	0,84; 0,82	0,75; 0,74	0,68; 0,66

Н/Дк = I,5

E_I/E_2	5	10	20	30
Q°	$\frac{327,2}{4}$; $\frac{364,9}{4}$	$\frac{385,I}{4}$; $\frac{420,4}{4}$	$\frac{466,2}{4}$; $\frac{5I260}{4}$	$\frac{552,I}{4}$; $\frac{599,3}{4}$
$\frac{Н}{Дэкв}$	I,26; I,2I	I,I8; I,I4	I,08; I,02	I,0; 0,95

Н/Дк = 2,0

E_I/E_2	5	10	20	30
Q°	$\frac{362,5}{4}$; $\frac{4I3,3}{4}$	$\frac{4I6,4}{4}$; $\frac{465,I}{4}$	$\frac{509,3}{4}$; $\frac{566,9}{4}$	$\frac{593,2}{4}$; $\frac{658,05}{4}$
$\frac{Н}{Дэкв}$	I,64; I,54	I,52; I,44	I,39; I,3I	I,27; I,2I

8. Кометто 4IRP; Qк = 42,5 кН; P = I,0 МПа; Дк = 24,4 см

Н/Дк = 0,5

E_I/E_2	5	10	20	30
Q°	$\frac{88,8}{4}$	$\frac{96,8}{4}$	$\frac{I08,5}{4}$	$\frac{II9,7}{4}$
$\frac{Н}{Дэкв}$	0,36	0,35	0,33	0,3I

H/Дн = I,0

E_I/E_2	5	10	20	30
$Q^?$	95,4 / 4	I03,3 / 4	II3,I / 4	I25,8 / 4
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,7	0,67	0,64	0,6I

H/Дн = I,5

E_I/E_2	5	10	20	30
$Q^?$	I02,8 / 4	II0,8 / 1; II3,0 / 3	I20,6 / 1; I26,6 / 3	I33,2 / 1; I49,2 / 3
$\frac{H}{Д_{экв}}$	I,0I	0,97; 0,96	0,93; 0,9I	0,89; 0,84

H/Дн = 2,0

E_I/E_2	5	10	20	30
$Q^?$	III,3 / I; II5,7 / 3	II7,3 / I; I25,6 / 3	I29,0 / I; I44,5 / 3	I40,2 / I; I64,I / 3
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,97; 0,95	0,95; 0,9I	0,9; 0,85	0,86; 0,8

9. ЧМЗАП-5212А; $Q_ч$ = 23,125 кН; Р = 0,7 МПа; $Д_ч$ = 21,5 см

Н/$Д_ч$ = 0,5

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q^э$	37,4/4	43,0/4	54,7/4	66,8/2; 68,1/2
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,41	0,38	0,34	0,31; 0,3

Н/$Д_ч$ = 1,0

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q^э$	40,7/2; 41,1/2	46,3/2; 47,7/2	59,3/2; 64,0/2	72,0/2; 77,5/2
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,79; 0,78	0,74; 0,73	0,66; 0,63	0,59; 0,57

Н/$Д_ч$ = 1,5

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q^э$	45,0/2; 49,1/2	51,1/2; 56,7/2	66,0/2; 74,4/2	80,1/2; 88,2/2
$\frac{H}{Д_{экв}}$	1,12; 1,08	1,05; 1,0	0,93; 0,87	0,84; 0,80

H/Дт = 2,0

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	49,3/2; 57,2/2	56,5/2; 65,6/2	72,0/2; 85,1/2	78,4/2; 89,8/2
H/Дэтв	1,43; 1,33	1,34; 1,23	1,18; 1,09	1,14; 1,02

10. ЧМЗАП-5530; Qт = 70,0 тн; P = 0,675 МПа; Дт = 38,1 см

H/Дт = 0,5

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	93,9/6	99,3/2; 100,3/4	113,4/2; 114,5/2; 117,8/2	138,1/2; 139,3/2; 151,9/2
H/Дэтв	0,45	0,44; 0,44	0,41; 0,41; 0,40	0,37; 0,37; 0,36

H/Дт = 1,0

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	98,6/2; 102,5/4	105,2/2; 109,4/2; 111,4/2	124,1/2; 131,1/2; 138,1/2	149,2/2; 153,2/2; 169,2/2
H/Дэтв	0,88; 0,86	0,86; 0,84; 0,83	0,79; 0,76; 0,75	0,72; 0,71; 0,67

$H/Д_v$ = I.5

E_I/E_2	5			:	I0			:	20			:	30		
$Q_i^э$	$\frac{I03,7}{2}$;	$\frac{III,8}{2}$;	$\frac{II3,8}{2}$;		$\frac{III,6}{2}$;	$\frac{I20,I}{2}$;	$\frac{I25,4}{2}$		$\frac{I33,8}{2}$;	$\frac{I43,6}{2}$;	$\frac{I55,7}{2}$		$\frac{I6I,2}{2}$;	$\frac{I7I,0}{2}$;	$\frac{I92,0}{2}$
$\frac{H}{Д^{эк}в}$	I,39;	I,24;	I,23		I,24;	I,20;	I,I7		I,I4;	I,09;	I,05		I,04;	I,00;	0,95

$H/Д^{эк}$ = 2,0

E_I/E_2	5			:	I0			:	20			:	30		
$Q_i^э$	$\frac{I09,7}{2}$;	$\frac{I23,4}{2}$;	$\frac{I27,6}{2}$;		$\frac{II8,6}{2}$;	$\frac{I34,2}{2}$;	$\frac{I4I,9}{2}$		$\frac{I43,2}{2}$;	$\frac{I59,8}{2}$;	$\frac{I75,I}{2}$		$\frac{I72,I}{2}$;	$\frac{I88,2}{2}$;	$\frac{2I3,2}{2}$
$\frac{H}{Д^{эк}в}$	I,67;	I,57;	I,55		I,6I;	I,52;	I,47		I,46;	I,39;	I,32		I,33;	I,27;	I,20

II. ЧМЗАП-8388; $Q^{эк}$ = 36,25 кН; P = 0,5 МПа; $Д^{эк}$ = 3I,9 см

$H/Д^{эк}$ = 0,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	$\frac{66,6}{6}$		$\frac{72,6}{6}$		$\frac{87,4}{1}$; $\frac{90,0}{4}$; $\frac{89,I}{1}$		$\frac{I09,5}{1}$; $\frac{II8,8}{4}$; $\frac{II2,6}{1}$
$\frac{H}{Д^{эк}в}$	0,39		0,37		0,34; 0,33; 0,33		0,3; 0,29; 0,3

$H/Д_э = 1,0$

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	71,4/1; 73,6/5	78,5/1; 82,5/5	96,0/1; 105,4/4; 113,7/1	117,8/1; 134,3/4; 126,6/1
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,75; 0,74	0,71; 0,7	0,64; 0,61; 0,59	0,58; 0,54; 0,56

$H/Д_э = 1,5$

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	76,2/1; 83,8/5	84,1/1; 94,2/5	106,2/1; 122,5/4; 118,4/1	128,5/1; 153,05/4; 148,4/1
$\frac{H}{Д_{экв}}$	1,08; 1,04	1,03; 0,98	0,92; 0,85; 0,87	0,84; 0,77; 0,78

$H/Д_э = 2,0$

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	82,9/1; 96,2/5	92,7/1; 109,1/4; 107,3/1	116,5/1; 140,4/4; 132,8/1	139,3/1; 171,7/4; 156,8/1
$\frac{H}{Д_{экв}}$	1,39; 1,29	1,31; 1,21; 1,22	1,17; 1,07; 1,1	1,07; 0,96; 1,01

I2. ЧМЗАП-8390; $Q_ж$ = 46,25 тН; P = 0,55 МПа; $Д_ж$ = 34,3 см

$H/Д_ж$ = 0,5

E_I/E_2	5				:	I0				:	20				:	30			
$Q_ж$	52,9 / I	54,0 / I	55,5 / I	58,2 / I		62,3 / I	63,5 / I	67,I5 / I	68,4 / I		78,6 / I	80,03 / I	82,9 / I	84,4 / I		95,2 / I	97,7 / I	99,4 / I	I02,8 / I
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,49	0,48	0,47	0,46		0,45	0,45	0,43	0,43		0,4	0,4	0,39	0,39		0,36	0,36	0,35	0,35

$H/Д_ж$ = I,0

E_I/E_2	5				:	I0				:	20				:	30			
$Q_ж$	58,I / I	6I,0 / I	6I,0 / I	66,I / I		68,9 / I	72,8 / I	73,5 / I	77,4 / I		84,5 / I	88,3 / I	89,I / I	93,7 / I		I04,7 / I	I09,3 / I	I09,3 / I	II4,7 / I
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,94	0,9I	0,9I	0,88		0,86	0,84	0,83	0,8I		0,78	0,76	0,75	0,72		0,7	0,68	0,68	0,66

$H/Д_ж$ = I,5

E_I/E_2	5				:	I0				:	20				:	30			
$Q_ж$	65,I / I	72,6 / I	69,5 / I	77,0 / I		77,0 / I	84,I5 / I	80,6 / I	87,7 / I		93,4 / I	I02,6 / I	98,4 / I	I06,0 / I		II3,I / I	I22,8 / I	II7,9 / I	I27,6 / I
$\frac{H}{Д_{экв}}$	I,33	I,28	I,28	I,2I		I,2I	I,I7	I,I9	I,I4		I,II	I,05	I,08	I,04		I,0	0,97	0,98	0,95

H/Дк = 2,0

E_1/E_2	5	:	10	:	20	:	30
$Q_i^э$	71,9/1; 81,9/1; 76,6/1; 86,6/1		83,0/1; 92,7/1; 86,7/1; 98,0/1		102,4/1; 114,0/1; 106,8/1; 120,2/1		120,5/1; 133,6/1; 126,5/1; 139,7/1
$\frac{H}{Дэкв}$	1,68; 1,57; 1,63; 1,53		1,57; 1,48; 1,53; 1,44		1,4; 1,34; 1,38; 1,3		1,3; 1,24; 1,26; 1,20

13. ТС-25; $Q_к$ = 23,8 кН; P = 0,7 МПа; $Д_к$ = 21,8 см

H/Дк = 0,5

E_1/E_2	5	:	10	:	20	:	30
$Q_i^э$	36,9/2		40,3/2		47,12/2		53,1/2
$\frac{H}{Дэкв}$	0,42		0,4		0,37		0,35

H/Дк = 1,0

E_1/E_2	5	:	10	:	20	:	30
$Q_i^э$	39,0/2		42,7/2		50,0/2		56,0/2
$\frac{H}{Дэкв}$	0,82		0,78		0,72		0,68

H/Дж = I,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	$\frac{42,I}{2}$		$\frac{45,3}{2}$		$\frac{52,9}{2}$		$\frac{58,6}{2}$
$\frac{H}{Дэкв}$	I,I8		I,I4		I,05		I,0

H/Дж = 2,0

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	$\frac{44,8}{2}$		$\frac{48,4}{2}$		$\frac{56,0}{2}$		$\frac{6I,0}{2}$
$\frac{H}{Дэкв}$	I,53		I,47		I,37		I,3I

I4. ТС-35; Qж = 25,625 кН; P = 0,7 МПа; Дж = 22,6 см

H/Дж = 0,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	$\frac{45,9}{2}$		$\frac{49,9}{2}$		$\frac{60,9}{2}$		$\frac{72,7}{2}$
$\frac{H}{Дэкв}$	0,39		0,38		0,34		0,3I

H/Дн = I,0

E_1/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
Q_i^3	$\frac{46,8}{2}$		$\frac{53,3}{2}$		$\frac{65,I}{2}$		$\frac{78,4}{2}$
$\frac{H}{Д^{эф}в}$	0,76		0,73		0,66		0,6

H/Дн = I,5

E_1/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
Q_i^3	$\frac{5I,6}{2}$		$\frac{57,8}{2}$		$\frac{70,2}{2}$		$\frac{84,0}{2}$
$\frac{H}{Д^{эф}в}$	I,II		I,05		0,95		0,87

H/Дн = 2,0

E_1/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
Q_i^3	$\frac{56,4}{2}$		$\frac{63,I}{2}$		$\frac{76,9}{2}$		$\frac{89,6}{2}$
$\frac{H}{Д^{эф}в}$	I,4I		I,34		I,2I		I,I2

I5. ТС-50; $Q_н$ = 24,375 кН; P = 0,7 МПа; $Д_н$ = 22,I см

H/$Д_н$ = 0,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	39,7 / 4		43,4 / 4		52,3 / 4		65,2 / 2; 65,9 / 2
H / Дэкв	0,4I		0,39		0,36		0,32; 0,32

H/$Д_н$ = I,0

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	42,I / 2; 42,5 / 2		45,6 / 2; 46,95 / 2		56,6 / 2; 6I,I / 2		72,2 / 2; 76,3 / 2
H / Дэкв	0,8; 0,8		0,77; 0,76		0,69; 0,66		0,6I; 0,59

H/$Д_н$ = I,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	45,0 / 2; 48,2 / 2		49,9 / 2; 54,9 / 2		63,5 / 2; 70,9 / 2		73,5 / 2; 80,2 / 2
H / Дэкв	I,I6; I,I2		I,I0; I,05		0,97; 0,92		0,9; 0,87

$H/Д_в$ = 2,0

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	48,5; 55,8 / 2 2	54,7; 64,0 / 2 2	70,8; 80,8 / 2 2	88,3; 98,5 / 2 2
$\frac{H}{Д_эв}$	I,49; I,39	I,40; I,30	I,23; I,I5	I,I0; I,04

I6. ТС-80; $Q_в$ = 70,0кН; Р = 0,675 МПа; $Д_в$ = 38,I см

$H/Д_в$ = 0,5

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	I00,I / 6	I04,7; I05,8 / 2 4	II8,2; II9,3; I22,8 / 2 2 2	I4I,4; I42,7; I55,6 / 2 2 2
$\frac{H}{Д_эв}$	0,44	0,43; 0,42	0,4; 0,4; 0,4	0,37; 0,37; 0,35

$H/Д_в$ = I,0

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	I03,2; I07,3 / 2 4	II0,0; II4,3; II6,4 / 2 2 2	I26,5; I33,7; I40,8 / 2 2 2	I5I,8; I55,8; I72,I / 2 2 2
$\frac{H}{Д_эв}$	0,86; 0,85	0,84; 0,82; 0,8I	0,78; 0,76; 0,74	0,7I; 0,70; 0,67

Н/Дк = I,5

E_I/E_2	5			I0			20			30		
$Q_i^э$	II0,0/2;	II8,6/2;	I20,7/2	II8,0/2;	I27,0/2;	I32,6/2	I38,I/2;	I48,I/2;	I60,6/2	I65,6/2;	I75,7/2;	I97,3/2
Н/Дэкв	I,25;	I,2I;	I,I9	I,2I;	I,I7;	I,I4	I,I2;	I,08;	I,04	I,02;	0,99;	0,94

Н/Дк = 2,0

E_I/E_2	5			I0			20			30		
$Q_i^э$	II6,9/2;	I3I,5/2;	I36,0/2	I25,2/2;	I4I,6/2;	I49,8/2	I49,2/2;	I66,5/2;	I82,5/2	I77,5/2;	I94,2/2;	220,0/2
Н/Дэкв	I,6I;	I,53;	I,50	I,57;	I,47;	I,43	I,43;	I,36;	I,30	I,32;	I,26;	I,I8

I7. ТС-80/I60; Qк = 8I,67 кН; Р = 0,55 МПа; Дк = 45,6 см

Н/Дк = 0,5

E_I/E_2	5			I0			20			30		
$Q_i^э$	I02,4/3			I09,6/I;	II0,7/2		I22,I/I;	I23,3/I;	I26,9/I	I44,3/2;	I57,4/I	
Н/Дэкв	0,47			0,45;	0,45		0,43;	0,43;	0,42	0,39;	0,38	

Н/Дж = I,0

E_I/E_2	5			I0			20			30		
$Q_i^э$	I08,7 / I	;	II3,05 / 2	II5,5 / I	;	I20,0 / I	;	I22,2 / I	I30,5 / I	;	I45,2 / I	;	I37,8 / I	I55,0 / I	;	I59,I / I	;	I75,7 / I
Н / Дэкв	0,9I	;	0,89	0,88	;	0,86	;	0,86	0,83	;	0,79	;	0,8	0,76	;	0,75	;	0,7I

Н/Дж = I,5

E_I/E_2	5			I0			20			30		
$Q_i^э$	I16,4 / I	;	I27,8 / I	;	I25,5 / I	I26,4 / I	;	I42,05 / I	;	I36,03 / I	I44,3 / I	;	I67,9 / I	;	I54,8 / I	I67,4 / I	;	I99,4 / I	;	I77,6 / I
Н / Дэкв	I,32	;	I,26	;	I,27	I,26	;	I,20	;	I,22	I,I8	;	I,I0	;	I,I4	I,I0	;	I,00	;	I,07

Н/Дж = 2,0

E_I/E_2	5			I0			20			30		
$Q_i^э$	I24,3 / I	;	I44,6 / I	;	I39,8 / I	I33,6 / I	;	I59,8 / I	;	I5I,I / I	I53,9 / I	;	I88,3 / I	;	I7I,8 / I	I77,6 / I	;	220,I / I	;	I94,3 / I
Н / Дэкв	I,7	;	I,58	;	I,59	I,64	;	I,49	;	I,54	I,53	;	I,38	;	I,44	I,42	;	I,28	;	I,36

I8. ТС-220; ТС-90/II5; $Q_м$ = 23,828 мН; Р = 0,7 МПа; $Д_м$ = 2I,8 см

Н/$Д_м$ = 0,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
Q^3	38,8 / 8		42,5 / 8		5I,4 / 8		63,2 / 4; 64,4 / 4
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,42		0,39		0,36		0,32 0,32

Н/$Д_м$ = I,0

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
Q^3	4I,I5 / 4; 4I,6 / 4		44,8 / 4; 46,2 / 4		55,04 / 4; 59,4 / 4		68,7 / 4; 74,0 / 4
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,79; 0,79		0,76; 0,74		0,68; 0,66		0,62; 0,60

Н/$Д_м$ = I,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
Q^3	44,0 / 4; 48,0 / 4		48,0 / 4; 53,2 / 4		6I,5 / 4; 69,3 / 4		77,7 / 4; 85,5 / 4
$\frac{H}{Д_{экв}}$	I,I6; I,II		I,II; I,05		0,97; 0,92		0,87; 0,83

Н/Дж = 2,0

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q^э_i$	$\frac{47,2}{4}$; $\frac{54,7}{4}$		$\frac{52,7}{4}$; $\frac{62,2}{4}$		$\frac{67,I}{4}$; $\frac{79,3}{4}$		$\frac{83,6}{4}$; $\frac{95,8}{4}$
$\frac{Н}{Дэкв}$	I,49; I,38		I,4I; I,3;		I,25; I,I4		I,I2; I,04

I9. ТС-230; Qж = 70,0 кН, Р = 0,675 МПа; Дж = 38,I см

Н/Дж = 0,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q^э_i$	$\frac{93,9}{6}$		$\frac{I05,5}{2}$; $\frac{I06,5}{4}$		$\frac{I26,9}{2}$; $\frac{I3I,8}{2}$; $\frac{I33,I}{2}$		$\frac{I59,2}{2}$; $\frac{I60,7}{2}$; $\frac{I75,2}{2}$
$\frac{Н}{Дэкв}$	0,45		0,43; 0,42		0,39; 0,38; 0,38		0,35; 0,35; 0,33

Н/Дж = I,0

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q^э_i$	$\frac{I0I,6}{2}$; $\frac{I05,7}{4}$		$\frac{II5,5}{2}$; $\frac{I22,2}{2}$; $\frac{I20,0}{2}$		$\frac{I40,4}{2}$; $\frac{I56,3}{2}$; $\frac{I48,3}{2}$		$\frac{I75,I}{2}$; $\frac{I98,5}{2}$; $\frac{I79,7}{2}$
$\frac{Н}{Дэкв}$	0,87; 0,85		0,8I; 0,8; 0,79		0,74; 0,7; 0,72		0,66; 0,62; 0,65

H/Дн = I,5

E_1/E_2	5			I0			20			30		
Q_i^3	III,5/2	I22,5/2	I20,2/2	I26,I/2	I4I,7/2	I35,7/2	I55,0/2	I80,4/2	I66,3/2	I90,4/2	226,8/2	202,0/2
H/Дэкв	I,24	I,I9	I,20	I,I7	I,I0	I,I3	I,05	0,98	I,02	0,96	0,87	0,92

H/Дн = 2,0

E_1/E_2	5			I0			20			30		
Q_i^3	I20,9/2	I40,7/2	I36,0/2	I35,9/2	I62,6/2	I53,7/2	I66,4/2	203,6/2	I85,8/2	203,6/2	252,3/2	222,7/2
H/Дэкв	I,59	I,47	I,5	I,5	I,37	I,42	I,36	I,23	I,29	I,23	I,I0	I,I8

20. ТС-450; Qн = I87,5 кН; P = I,0 МПа; Дн = 5I,2 см

H/Дн = 0,5

E_1/E_2	5			I0			20			30		
Q_i^3	206,2/8			257,3/4	252,4/4		3I5,6/4	32I,5/4		380,0/4	390,3/4	
H/Дэкв	0,5			0,45	0,45		0,40	0,40		0,37	0,36	

H/Дᵛ = I,0

E_1/E_2	5	10	20	30
Q^2	$\frac{231,0}{4}$; $\frac{244,9}{4}$	$\frac{276,7}{4}$; $\frac{295,3}{4}$	$\frac{338,6}{4}$; $\frac{354,I}{4}$	$\frac{4I8,5}{4}$; $\frac{436,9}{4}$
$\frac{H}{Дэкв}$	0,94; 0,92	0,86; 0,83	0,78; 0,76	0,70; 0,69

H/Дᵛ = I,5

E_1/E_2	5	10	20	30
Q^2	$\frac{263,8}{4}$; $\frac{294,3}{4}$	$\frac{3I2,5}{4}$; $\frac{34I,2}{4}$	$\frac{374,2}{4}$; $\frac{4II,0}{4}$	$\frac{453,7}{4}$; $\frac{492,4}{4}$
$\frac{H}{Дэкв}$	I,32; I,25	I,22; I,I6	I,II; I,06	I,0I; 0,97

H/Дᵛ = 2,0

E_1/E_2	5	10	20	30
Q^2	$\frac{294,0}{4}$; $\frac{332,I}{4}$	$\frac{336,5}{4}$; $\frac{375,9}{4}$	$\frac{4I3,9}{4}$; $\frac{456,7}{4}$	$\frac{483,5}{2}$; $\frac{503,8}{2}$; $\frac{536,3}{4}$
$\frac{H}{Дэкв}$	I,67; I,57	I,56; I,48	I,4I; I,34	I,3I; I,28; I,24

21. ЧМЗАП-5208; $Q_н$ = 20,37 кН; P = 0,7 МПа; $Д_н$ = 20,2 см

H/$Д_н$ = 0,5

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	32,9 / 3	36,1 / 3	43,02 / 3	50,9 / 3
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,41	0,39	0,36	0,33

H/$Д_н$ = 1,0

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	34,9 / 3	38,1 / 3	46,2 / 2; 47,5 / 1	54,5 / 1; 55,0 / 1; 58,8 / 1
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,8	0,77	0,69; 0,69	0,64; 0,64; 0,62

H/$Д_н$ = 1,5

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	37,4 / 2; 39,3 / 1	40,8 / 2; 44,04 / 1	49,5 / 2; 55,5 / 1	58,3 / 1; 60,0 / 1; 69,9 / 1
$\frac{H}{Д_{экв}}$	1,16; 1,13	1,12; 1,07	1,0; 0,95	0,93; 0,92; 0,85

H/Дж = 2,0

E_1/E_2	05	:	10	:	20	:	30
$Q^э_c$	40,1 / 2; 44,1 / 1		44,4 / 2; 49,7 / 1		54,0 / 1; 54,5 / 1; 62,6 / 1		63,9 / 1; 67,7 / 1; 77,3 / 1
H / Дэкв	1,50; 1,43		1,42; 1,34		1,29; 1,28; 1,19		1,17; 1,15; 1,07

22. ТРА-П-80; Qж = 24,05 кН; P = 0,7 МПа; Дж =21,9 см

H/Дж = 0,5

E_1/E_2	5	:	10	:	20	:	30
$Q^э_c$	39,15 / 4; 39,95 / 1		43,7 / 1; 44,6 / 1; 42,9 / 3		55,7 / 1; 56,7 / 1; 52,1 / 1; 50,2 / 1; 49,7 / 1		67,0 / 1; 68,8 / 1; 63,4 / 1; 68,8 / 1; 65,2 / 1
H / Дэкв	0,41; 0,4		0,39; 0,39; 0,38		0,34;0,35;0,36;0,37;0,34		0,31;0,31;0,32;0,31;0,32

H/Дж = 1,0

E_1/E_2	5	:	10	:	20	:	30
$Q^э_c$	42,6 / 1; 44,7 / 1; 41,8 / 1; 43,05 / 2		48,5 / 3; 51,1 / 1; 46,03 / 1		61,4 / 2; 64,2 / 1; 56,9 / 1; 62,5 / 1		73,3 / 2; 76,5 / 1; 68,2 / 1; 77,8 / 1
H / Дэкв	0,78;0,77;0,79;0,78		0,74; 0,72; 0,76		0,65;0,64;0,68;0,65		0,59;0,59;0,62;0,58

H/Дк = I,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q^э_i$	49,5;46,8;52,2;45,0 (2;1;1;1)		54,5;59,5;50,0;56,0 (1;1;1;2)		66,7;73,2;6I,9;7I,4;69,05 (1;1;1;1;1)		78,6;85,3;73,9;88,03;8I,3 (1;1;1;1;1)
$\frac{H}{Дэкв}$	I,I0;I,I4;I,07;I,I5		I,04;I,0; I,09;I,03		0,95;0,9; I,03;0,98;0,98		0,87;0,83;0,9; 0,82;0,85

H/Дк = 2,0

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q^э_i$	52,I;59,4;48,7;56,5 (1;1;1;2)		59,6;66,6;54,8;64,4;63,4 (1;1;1;1;1)		73,3;8I,6;68,2;82,2;77,8 (1;1;1;1;1)		84,7;93,9;79,7;98,2;89,7 (1;1;1;1;1)
$\frac{H}{Дэкв}$	I,42;I,33;I,46;I,37		I,38;I,26;I,43;I,28;I,29		I,20;I,I4;I,24;I,I2;I,I6		I,I2;I,06;I,I5;I,03;I,08

23. ТРА-П-46; Qк = 23,59кН; P = 0,6 МПа; Дк =23,5 см

H/Дк = 0,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q^э_i$	40;5 (3)		43,8; 44,3 (2;1)		53,7; 55,3; 55,9 (1;1;1)		62,02; 62,2; 63,3 (1;1;1)
$\frac{H}{Дэкв}$	0,4		0,38; 0,38		0,35; 0,34; 0,34		0,32; 0,3I; 0,3I

H/Дн = 1,0

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q^{\text{в}}_{\text{ч}}$	$\frac{43,3}{2}$; $\frac{44,6}{1}$	$\frac{47,5}{1}$; $\frac{48,4}{1}$; $\frac{50,3}{1}$	$\frac{58,1}{1}$; $\frac{61,6}{1}$; $\frac{65,1}{1}$	$\frac{65,65}{1}$; $\frac{73,5}{1}$; $\frac{75,5}{1}$
$\frac{H}{Дэкв}$	0,77; 0,76	0,74; 0,73; 0,72	0,67; 0,65; 0,63	0,63; 0,59; 0,59

H/Дн = 1,5

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q^{\text{в}}_{\text{ч}}$	$\frac{46,2}{1}$; $\frac{47,1}{1}$; $\frac{50,8}{1}$	$\frac{51,9}{1}$; $\frac{54,5}{1}$; $\frac{58,6}{1}$	$\frac{62,5}{1}$; $\frac{68,8}{1}$; $\frac{73,8}{1}$	$\frac{69,5}{1}$; $\frac{80,0}{1}$; $\frac{84,8}{1}$
$\frac{H}{Дэкв}$	1,13; 1,11; 1,07	1,06; 1,04; 1,0	0,97; 0,92; 0,89	0,92; 0,85; 0,83

H/Дн = 2,0

E_1/E_2	5	10	20	30
$Q^{\text{в}}_{\text{ч}}$	$\frac{50,9}{1}$; $\frac{52,9}{1}$; $\frac{59,0}{1}$	$\frac{56,8}{1}$; $\frac{60,8}{1}$; $\frac{68,8}{1}$	$\frac{66,4}{1}$; $\frac{74,4}{1}$; $\frac{83,0}{1}$	$\frac{73,2}{1}$; $\frac{85,6}{1}$; $\frac{93,7}{1}$
$\frac{H}{Дэкв}$	1,43; 1,40; 1,33	1,35; 1,31; 1,23	1,25; 1,18; 1,12	1,19; 1,10; 1,05

24. МАЗ-73I0; $Q_{ж}^{пер}$ = 52,87 жН; $P_{пер}$ = 0,38 МПа; $Д_{ж}^{пер}$ = 46,3 см; $Q_{ж}^{удн.}$ = 57,5 жН;
$P_{удн}$ = 0,38 МПа; $Д_{ж}^{удн.}$ = 48,3 см

Н/Дж = 0,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	58,2/2; 63,2/2		58,2/2; 63,2/2		59,9/1; 60,5/1; 65,I/1; 65,8/1		66,0/1; 66,6/1; 7I,7/1; 72,4/1
Н/Дэжв	0,52; 0,52		0,52; 0,52		0,52; 0,52; 0,52; 0,5I		0,49; 0,49; 0,49; 0,49

Н/Дж = I,0

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	58,2/1; 59,9/1; 63,2/1; 65,I/1		58,2/1; 6I,I/1; 63,2/1; 66,4/1		6I,I/1; 64,0/1; 66,4/1; 69,6/1		69,7/1; 72,9/1; 75,8/1; 79,3/1
Н/Дэжв	I,05; I,04; I,05; I,03		I,05; I,04; I,05; I,02		I,04; I,0; I,02; I,0		0,96; 0,94; 0,96; 0,93

Н/Дж = I,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	58,2/1; 64,0/1; 63,2/1; 69,6/1		59,3/1; 65,I/1; 64,5/1; 70,8/1		62,9/1; 68,I/1; 68,3/1; 74,I/1		73,0/1; 78,8/1; 80,0/1; 85,7/1
Н/Дэжв	I,58; I,50; I,58; I,50		I,56; I,48; I,56; I,48		I,5I; I,45; I,50; I,45		I,4I; I,36; I,40; I,37

$H/Д_н = 2,0$

E_I/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	58,7/1; 67,5/1; 64,5/1; 73,3/1	60,5/1; 69,8/1; 67,8/1; 75,9/1	67,2/1; 75,1/1; 78,3/1; 81,7/1	76,9/1; 85,6/1; 85,6/1; 93,1/1
$\frac{H}{Д_{экв}}$	2,08; 1,94; 2,08; 1,94	2,04; 1,91; 2,03; 1,92	1,94; 1,84; 1,88; 1,85	1,82; 1,72; 1,80; 1,72

25. Фаун 8х8; $Q_н^{пер.}$ = 48,7 кН; $R_{пер.}$ = 0,65 МПа; $Д_н^{пер.}$ = 32,4 см; $Q_н^{экв.}$ = 38,7 кН; $R_{экв.}$ = 0,5 МПа; $Д_н^{экв.}$ = 32,9 см

$H/Д_н = 0,5$

E_I/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	53,6/2; 59,7/2	53,6/2; 62,2/2	53,6/2; 65,6/1; 66,3/1	53,6/1; 54,7/1; 70,7/1; 71,4/1
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,5; 0,42	0,5; 0,41	0,5; 0,4; 0,39	0,5; 0,5; 0,38; 0,38

$H/Д_н = 1,0$

E_I/E_2	5	10	20	30
$Q_i^э$	53,6/2; 62,2/2	53,6/2; 63,9/1; 65,2/1	53,6/1; 55,2/1; 68,3/1; 71,6/1	55,2/1; 57,9/1; 73,9/1; 77,3/1
$\frac{H}{Д_{экв}}$	1,0; 0,81	1,0; 0,8; 0,79	1,0; 0,98; 0,78; 0,76	0,98; 0,96; 0,75; 0,73

H/Дч = I,5

E_I/E_2	5				:	I0				:	20				:	30			
$Q^э_с$	53,6/1	55,2/1	64,8/1	69,3/1		53,6/1	56,3/1	66,5/1	73,I/1		53,6/1	59,0/1	70,7/1	77,5/1		56,3/1	6I,7/1	77,I/1	83,5/1
$\frac{H}{Д_{экв}}$	I,5;	I,48;	I,2;	I,I6		I,5;	I,46;	I,I8;	I,I2		I,5;	I,43;	I,I4;	I,09		I,46;	I,40;	I,I0;	I,05

H/Дч = 2,0

E_I/E_2	5				:	I0				:	20				:	30			
$Q^э_с$	53,6/1	58,4/1	66,5/1	75,I/1		53,6/1	59,5/1	69,I/1	78,6/1		54,2/1	62,2/1	75,2/1	84,4/1		57,4/1	65,4/1	80,7/1	89,3/1
$\frac{H}{Д_{экв}}$	2,0;	I,92;	I,50;	I,50		2,0;	I,89;	I,57;	I,47		I,99;	I,86;	I,50;	I,42		I,83;	I,8I;	I,45;	I,38

26. Фаун 6x6; $Q^{пер}_{ч}$ = 40,7 кН; $P_{пер}$ = 0,65 МПа; $Д^{пер.}_{ч}$ = 32,4 см; $Q^{задн.}_{ч}$ = 38,7 кН; $P_{задн.}$ = 0,5 МПа; $Д^{задн.}_{ч}$ =32,9 см

H/Дч = 0,5

E_I/E_2	5			:	I0			:	20				:	30			
$Q^э_с$	53,6/1	59,7/2			53,6/1	62,2/2			53,6/1	65,6/1	66,3/1			53,6/1	70,7/1	7I,4/1	
$\frac{H}{Д_{экв}}$	0,5;	0,42			0,5;	0,4			0,5;	0,4;	0,39			0,5;	0,38;	0,38	

Н/Дж = I,0

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	$\frac{53,6}{1}$; $\frac{62,2}{2}$		$\frac{53,6}{1}$; $\frac{63,9}{1}$; $\frac{65,2}{1}$		$\frac{53,6}{1}$; $\frac{68,3}{1}$; $\frac{7I,6}{1}$		$\frac{53,6}{1}$; $\frac{73,9}{1}$; $\frac{77,3}{1}$
$\frac{Н}{Дэкв}$	I,0; 0,8I		I,0; 0,8; 0,79		I,0; 0,78; 0,76		I,0; 0,75; 0,73

Н/Дж = I,5

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	$\frac{53,6}{1}$; $\frac{64,8}{1}$; $\frac{69,3}{1}$		$\frac{53,6}{1}$; $\frac{66,5}{1}$; $\frac{73,I}{1}$		$\frac{53,6}{1}$; $\frac{70,7}{1}$; $\frac{77,5}{1}$		$\frac{53,6}{1}$; $\frac{77,I}{1}$; $\frac{83,5}{1}$
$\frac{Н}{Дэкв}$	I,5; I,2; I,I6		I,5; I,I8; I,I2		I,5; I,I4; I,09		I,5; I,I0; I,05

Н/Дж = 2,0

E_I/E_2	5	:	I0	:	20	:	30
$Q_i^э$	$\frac{53,6}{1}$; $\frac{66,5}{1}$; $\frac{75,I}{1}$		$\frac{53,6}{1}$; $\frac{69,I}{1}$; $\frac{78,6}{1}$		$\frac{53,6}{1}$; $\frac{75,2}{1}$; $\frac{84,4}{1}$		$\frac{53,6}{1}$; $\frac{80,7}{1}$; $\frac{89,3}{1}$
$\frac{Н}{Дэкв}$	2,0; I,6; I,5		2,0; I,57; I,47		2,0; I,5; I,42		2,0; I,45; I,38

Примечание. В числителе приведены значения эквивалентных осевых нагрузок $Q_i^э$; в знаменателе – количество осей транспортного средства, соответствующее данной эквивалентной нагрузке.

Таблица 2.

Вид транспортного средства	ГРУЗОВЫЕ АВТОМОБИЛИ												
	УАЗ-451	ГАЗ-53А	ЗИЛ-133Г1	Урал-377Н	ЗИЛ-130	Урал-4320	КрАЗ-257Б1	МАЗ-516Б	МАЗ-500А	ЗИЛ-130-76	Магирус-290Д26К	КАМАЗ-5320	КрАЗ-255Б
Суммарный коэффициент для приведения автомобиля к нагрузке группы А	0,00	0,08	0,30	0,29	0,20	0,14	2,71	2,46	1,04	0,36	4,21	0,27	1,10

Вид транспортного средства	СЕДЕЛЬНЫЕ ТЯГАЧИ											
	КАМАЗ-5410	Урал-377СН	МАЗ-504А	КАЗ-608Б	Урал-375С-К1	ЗИЛ-157КВ	КрАЗ-255В	ЗИЛ-131В	КрАЗ-258Б1	Мерседес-Бенц 2232LS	Вольво F89-32 (6x2)	Вольво F89-32 (6x4)
Суммарный коэффициент для приведения автомобиля к нагрузке группы А	0,27	0,28	1,03	0,10	0,13	0,05	0,83	0,09	2,34	1,65	2,14	5,23

Продолжение таблицы 2.

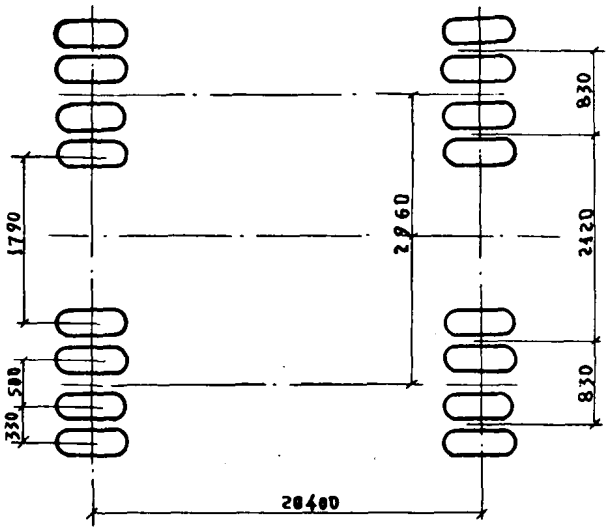
Вид транспортного средства	АВТОМОБИЛИ-САМОСВАЛЫ								Прицепы общего назначения		
	ГАЗ-САЗ-53Б	ЗИЛ-ММЗ-554	КАМАЗ-55II	МАЗ-503А	КрАЗ-256БI	Магирус-290Д-26К	Татра I38CI	Татра I48CI	ГКБ-8I7	МАЗ-8926	ГКБ-8350
Суммарный коэффициент для приведения автомобиля к нагрузке группы А	0,08	0,I5	I,05	I,06	3,48	4,2I	2,34	4,49	0,04	0,2I	0,I

Вид транспортного средства	АВТОБУСЫ									Полуприцепы общего назначения		
	ПАЗ-320I	ЛАЗ-695Н	ЛАЗ-699Н	ЛАЗ-4202	ЛиАЗ-677	Икарус-250	Икарус-255	Икарус-260	Икарус 280	ОдАЗ-9370	КАЗ-7I7	МАЗ-5245
Суммарный коэффициент для приведения автомобиля к нагрузке группы А	0,03	0,29	0,40	0,75	0,53	0,9I	0,80	0,79	0,8I	0,30	0,32	I,00

П Р И Л О Ж Е Н И Е 3

Схемы расположения колес специализированных тяжеловозных автотранспортных средств

а)



б)

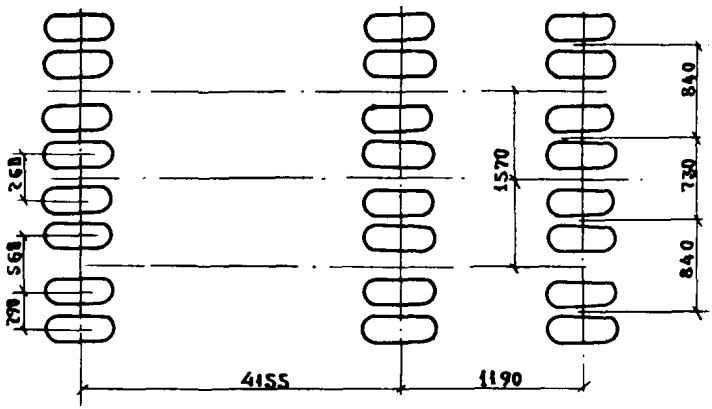


Рис. I. Схемы расположения колес транспортных средств:

а) ТС-25;

б) ЧМЗАП-5208.

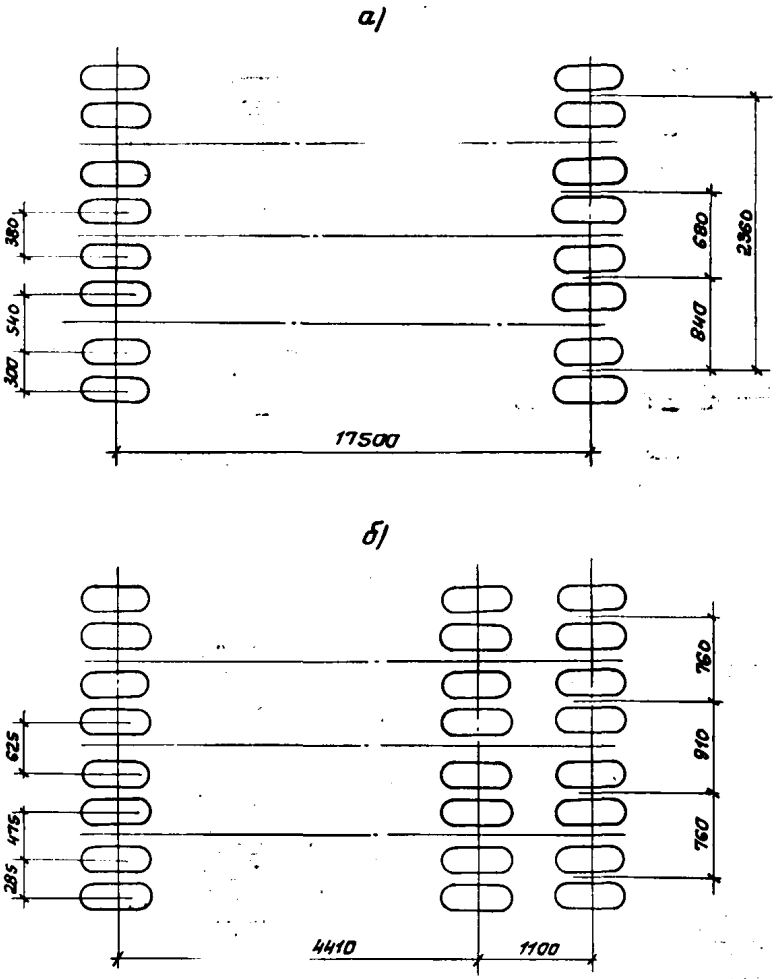
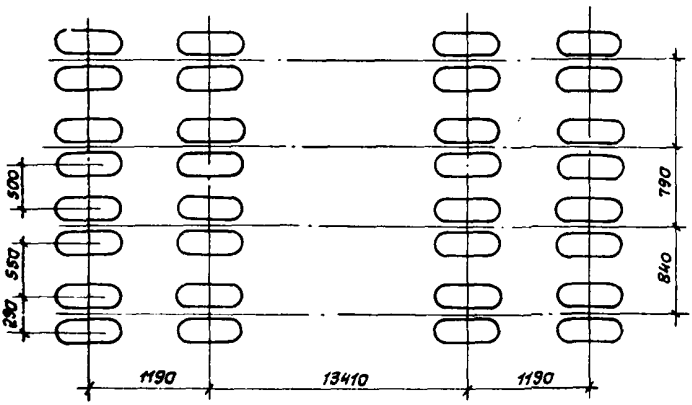


Рис. 2. Схемы расположения колес транспортных средств:
а) ТС-35;
б) ТРА-1-46.

а)



б)

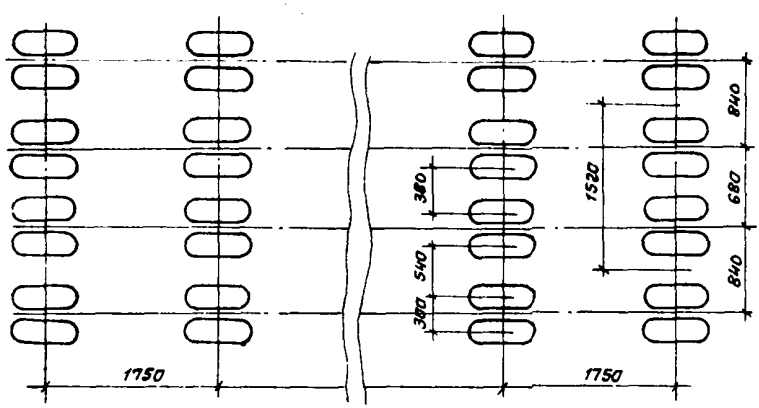
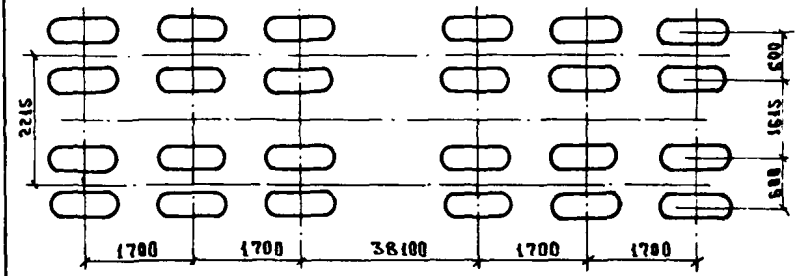


Рис. 3. Схемы расположения колес транспортных средств:

а) ТС-50;

б) ТС-55.

а)



б)

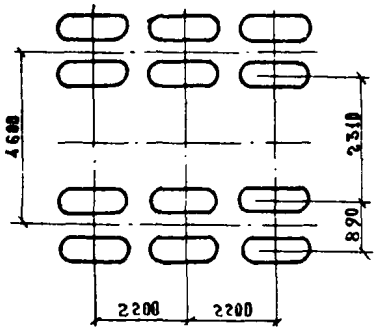


Рис. 4. Схемы расположения колес транспортных средств:

а) ТС-60;

б) ТС-60/'60.

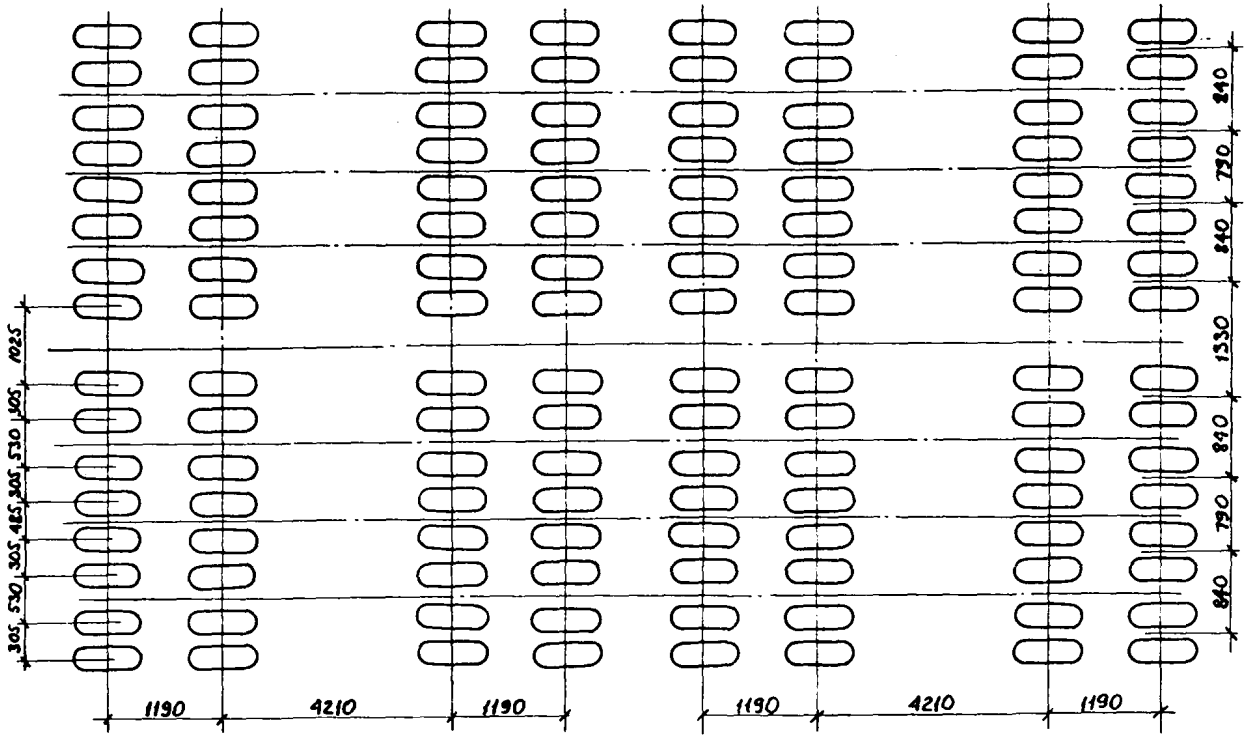
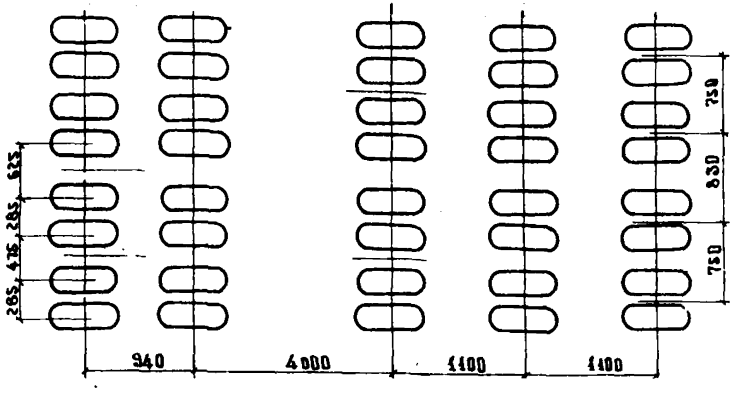


Рис. 5. Схема расположения колес транспортного средства ТС-220.

а)



б)

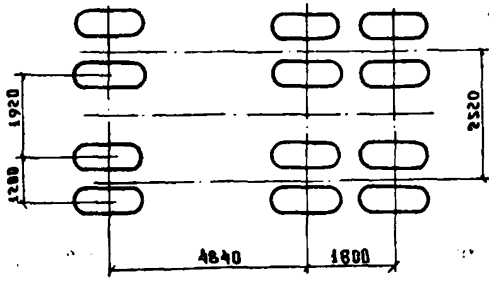
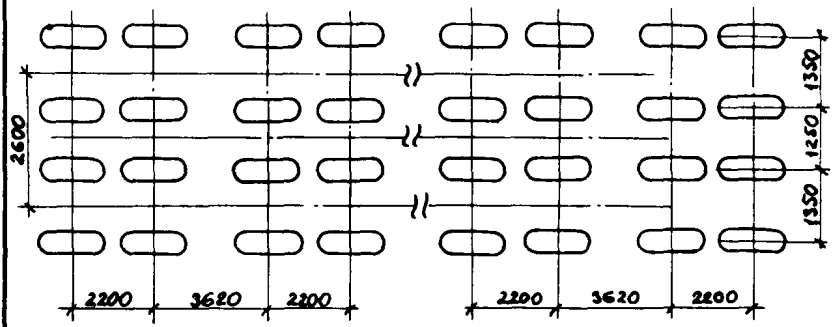


Рис. 6. Схемы расположения колес транспортных средств:

а) ТРА-П-80;

б) ТС-250.

а)



б)

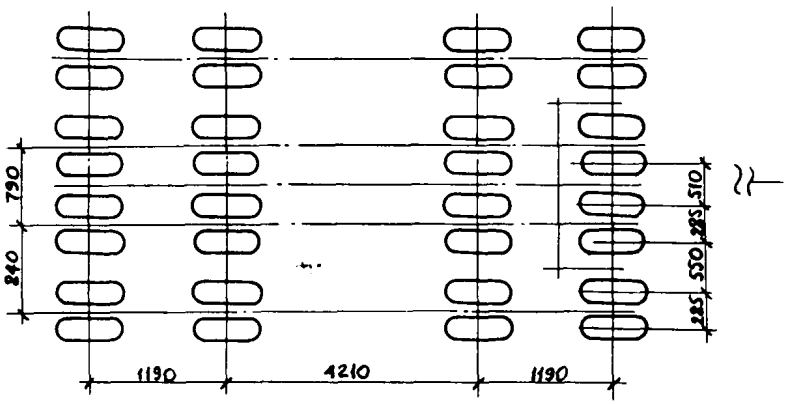
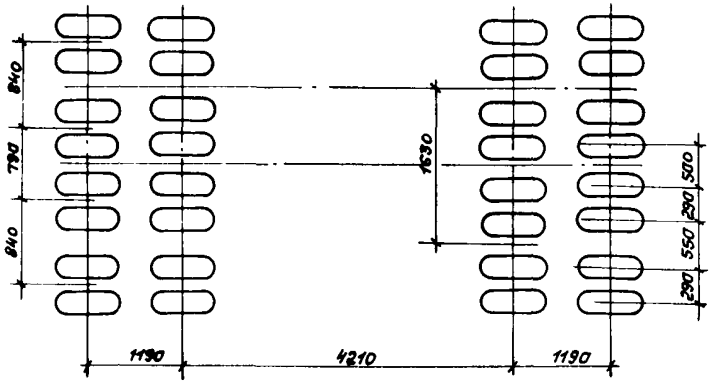


Рис. 7. Схемы расположения колес транспортных средств:

а) ТС-450;

б) ТС-90/115.

а)



б)

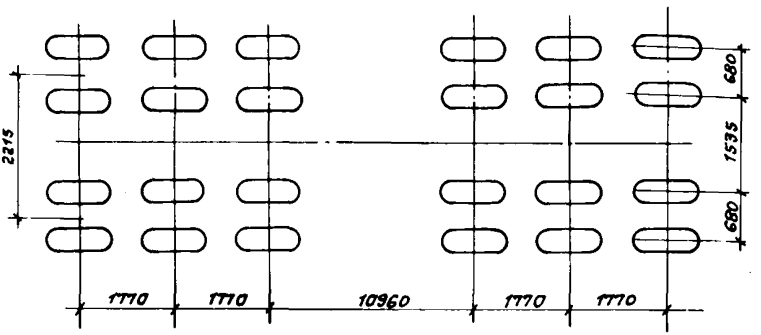
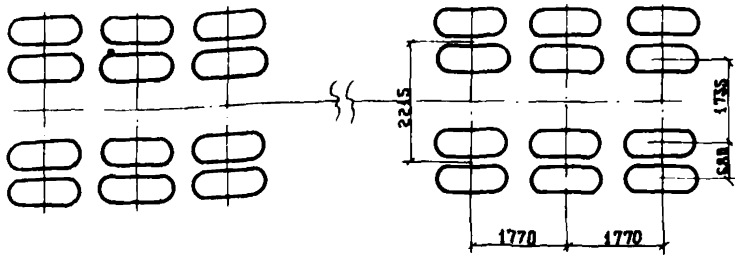


Рис. 8. Схемы расположения колес транспотртных средств:

а) ЧМЗАП-5212А;

б) ЧМЗАП-5530.

а)



б)

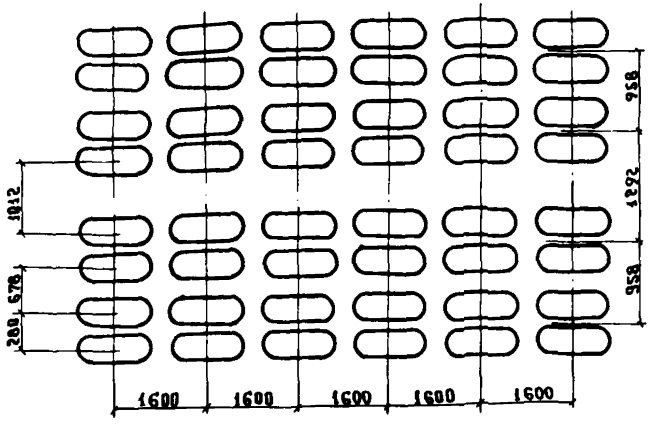
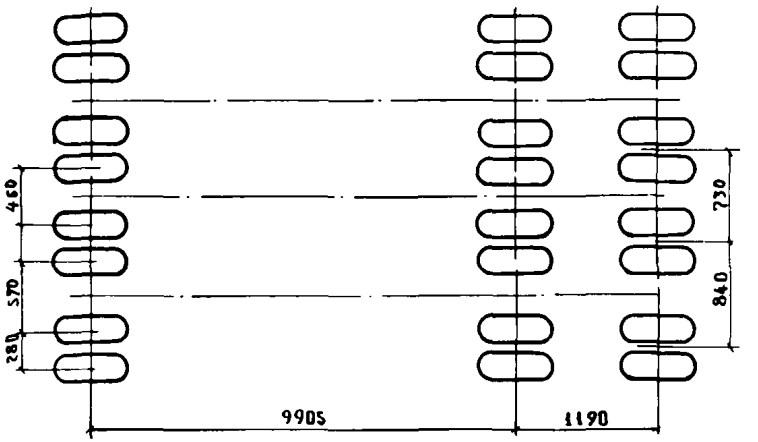


Рис. 9. Схемы расположения колес транспортных средств:

а) ЧМЗАП-5530М;

б) ЧМЗАП-8366.

а)



б)

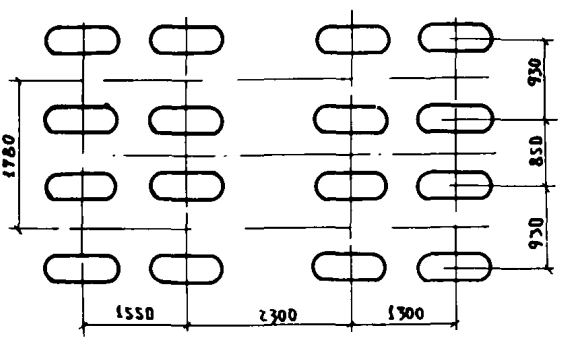


Рис. 10. Схемы расположения колес транспортных средств:

а) СТАТ 6.029;

б) ЧМЗАП-5390.

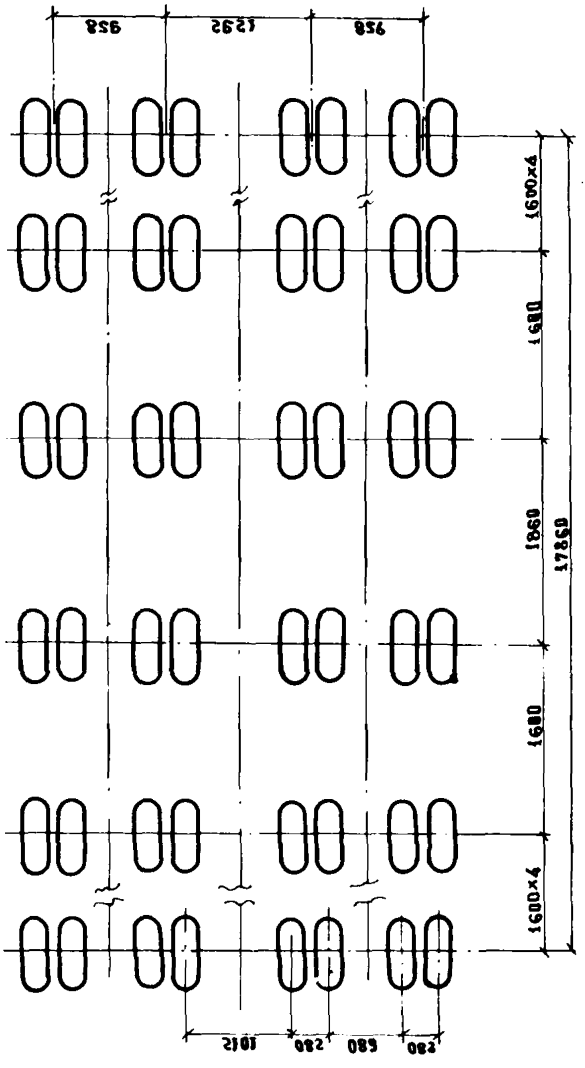
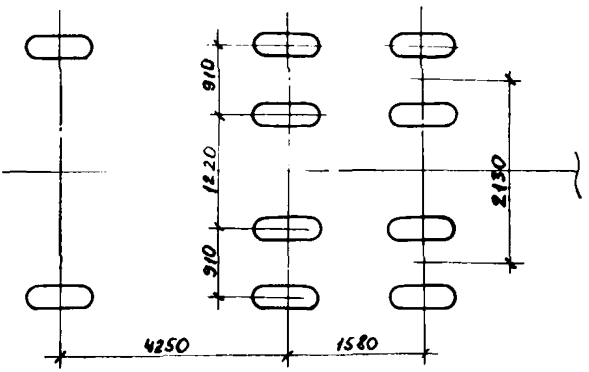


Рис. 11. Схема расположения колес транспортного средства ЧМЗАП-6389.

а)



б)

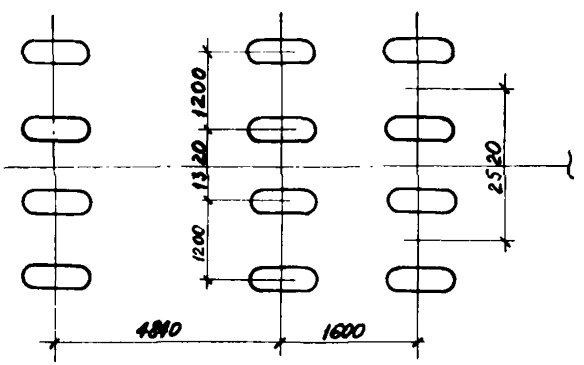
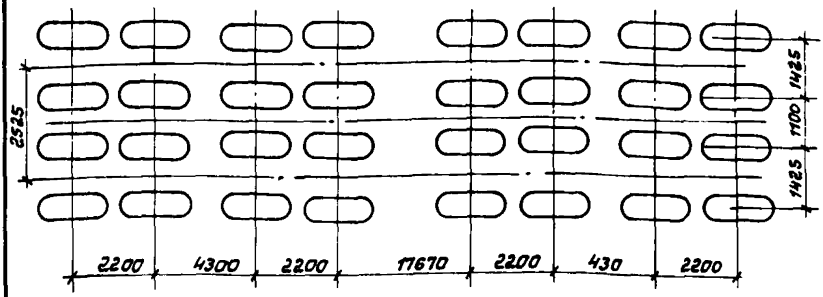


Рис. 12. Схемы расположения колес транспортных средств:

а) ВНИИМСС-150;

б) ВНИИМСС-250.

а)



б)

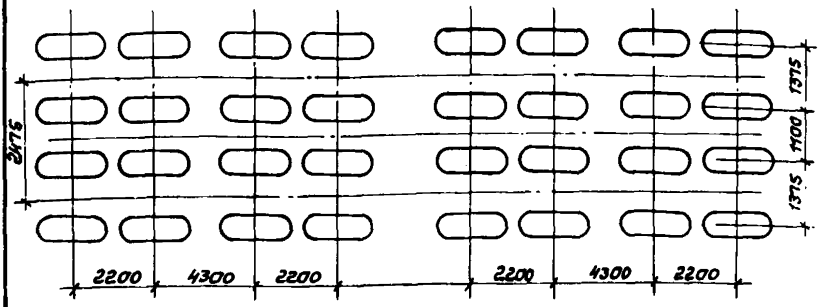


Рис. 3. Схемы расположения колес транспортных средств:

а) ВНИИМСС-500;

б) ВНИИМСС-600.

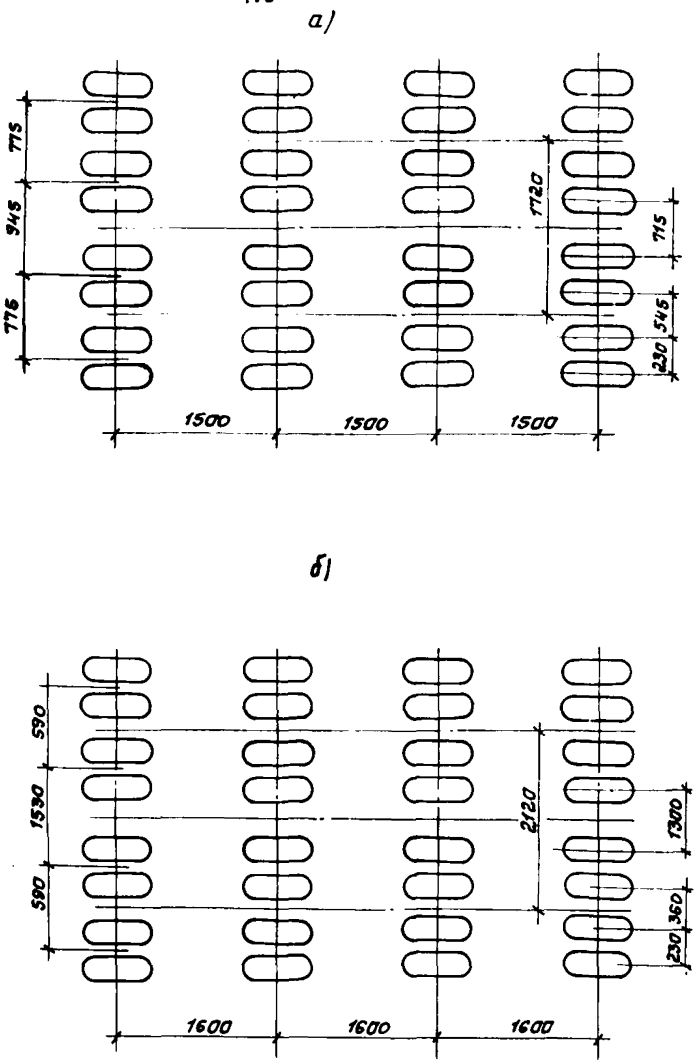
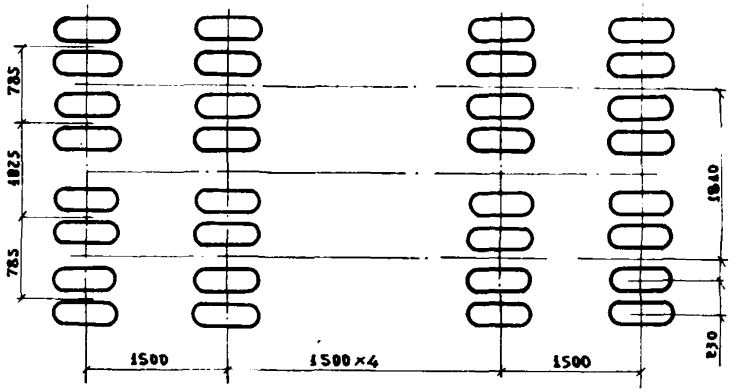


Рис. 14. Схемы расположения колес транспортных средств:

а) "Шойерле" К-700/4;

б) "Кометто" 47 RP.

а)



б)

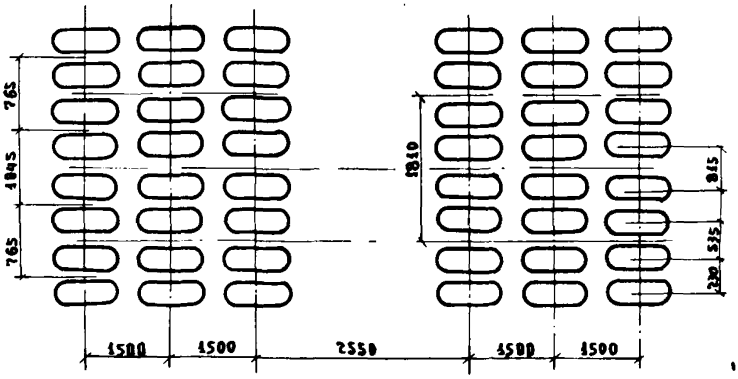
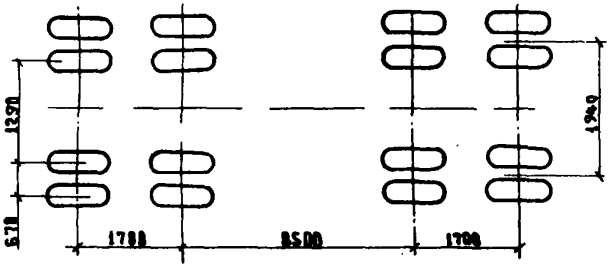


Рис. 15. Схемы расположения колес транспортных средств:

а) "Шойерле" К-175/7;

б) "Шойерле" К-150/6.

а)



б)

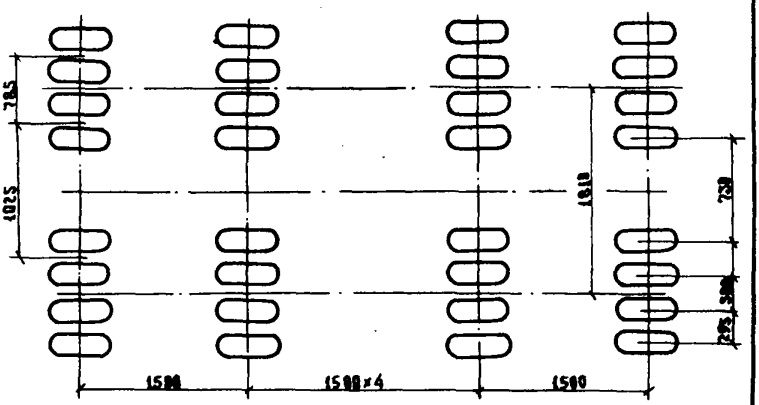


Рис. 16. Схемы расположения колес транспортных средств:

а) [illegible]-402;

б) "Шойерле" К-190/7.

gost.e-ecolog.ru