

## СТАНДАРТ СОВЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ВЗАИМОПОМОЩИ

**Дороги автомобильные международные  
Определение несущей способности дорожных конструкций  
и их конструктивных слоев установкой динамического  
нагружения (УДН)**

Дата введения непосредственно в качестве государственного стандарта СССР

в народном хозяйстве СССР с 01.07.87

в договорно-правовых отношениях по сотрудничеству с 01.07.87

**Информационные данные**

1. Автор - делегация ГДР в Постоянной Комиссии по сотрудничеству в области транспорта.
2. Тема - 23.800.09-83.
3. Стандарт СЭВ утвержден на 60-м заседании ПКС. Светозарево, июнь 1986 г.
4. Сроки начала применения стандарта СЭВ:

Страны - члены СЭВ	Сроки начала применения стандарта СЭВ	
	в договорно-правовых отношениях по экономическому и научно-техническому сотрудничеству	в народном хозяйстве
НРБ	Июль 1988 г.	Июль 1988 г.
ВНР		
СРВ		
ГДР	Январь 1987 г.	Июль 1987 г.
Республика Куба		
МНР		
ПНР	-	-
СРР	-	-
СССР	Июль 1987 г.	Июль 1987 г.
ЧССР	Январь 1989 г.	Январь 1989 г.

5. Срок проверки - 1991 г.

Постановлением Государственного строительного комитета СССР от 17 марта 1987 г. № 60 введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта СССР

Настоящий стандарт СЭВ является обязательным в рамках Конвенции о применении стандартов СЭВ

Настоящий стандарт СЭВ распространяется на нежесткие дорожные конструкции и их конструктивные слои и устанавливает метод испытания несущей способности установкой динамического нагружения (УДН).

Настоящий стандарт СЭВ не распространяется на дорожные конструкции с покрытием из цементобетона.

### 1. Сущность метода

Метод заключается в определении величин модуля упругости и радиуса кривизны упругой линии на поверхности испытываемого слоя по амплитудам деформации, полученным от действия ударной силы через круглый, жесткий штамп.

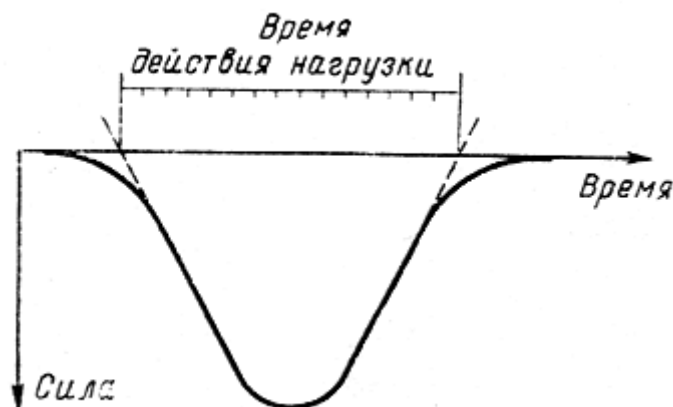
Величина и время действия ударной силы соответствуют проходу колеса с нагрузкой 50 kN и скоростью 60 km/h.

### 2. Общие положения

2.1. Метод применяется для определения несущей способности дорожных конструкций в случаях:

- I - на поверхности существующего покрытия проезжей части или на верхнем несущем слое;
- II - на нижнем несущем слое, грунтовом основании и подстилающем грунте.

2.2. Время действия ударной силы (нагрузки) определяется на основе общей зависимости согласно черт.1.



Черт.1

### 3. Испытательное оборудование

3.1. Основные параметры установки динамического нагружения (УДН), состоящей из нагружаемого штампа, направляющей рамы с креплением и падающего груза, должны соответствовать приведенным в табл.1.

Таблица 1

Случай	Время действия падающего груза, s	Размеры нагружаемого штампастальной плиты с отверстием диаметром 70 mm в центре	
		диаметр, mm	толщина, mm
I	От 0,022 до 0,025	340	35
II	" 0,090 " 0,110	500	25

3.2. Измерительное техническое оборудование состоит из:

- 1) регистрирующих устройств - электрических приборов для измерения и регистрации ударной силы  $F$  и амплитуд деформации  $\omega_0$ ,  $\omega_1$ ;
- 2) приспособления для закреплений электрических регистрирующих устройств.

Примечание. В случае II амплитуду деформации  $\omega_0$  можно измерять и регистрировать механическим прибором (индикатором).

3.3. Перед использованием установки динамического нагружения следует проводить калибровку на испытательном стенде не менее чем один раз в год.

#### 4. Калибровка УДН

4.1. Калибровка УДН с достаточной для практических целей точностью производится на испытательном стенде.

4.2. Испытательный стенд представляет собой фундаментный блок из бетона массой  $\geq 2000$  kg с примерными размерами 1100x1100x1000 mm.

Поверхность блока соединена с примыкающей площадью в одном уровне. В середине поверхности оставляют отверстие, величину которого определяют размером помещаемой в него мессдозы (предельно допускаемая нагрузка  $\geq 100$  kN).

4.3. Возникающая ударная сила одновременно с регистрацией мессдозы на испытательном стенде фиксируется мессдозой на самой УДН. Если показания мессдоз расходятся более чем на 5%, калибровку необходимо повторить.

4.4. При проведении калибровки УДН помещают на мессдозу испытательного стенда. Прибор должен стоять перпендикулярно поверхности. Калибровка состоит в том, чтобы путем изменения высоты падения, массы падающего груза и (или) жесткости амортизирующих элементов определить диапазон нагрузки, необходимой для получения заданного контактного напряжения и времени действия нагрузки.

4.5. Допускается использовать для калибровки УДН стенды, в которых учитывается жесткость испытываемой системы.

#### 5. Подготовка к испытаниям

5.1. Определяют срок проведения испытаний, исходя из цели испытания и в зависимости от погодных условий, влажности земляного полотна и прочности дорожной конструкции и ее слоев.

Испытания дорожных конструкций со слоями из материалов, содержащих битум, целесообразно проводить при температуре от 5 до 15°C.

5.2. Определяют контактное напряжение в соответствии с табл.2.

Таблица 2

Случай	Поверхность испытания	Диаметр плиты d, mm	Контактное напряжение* $\sigma$ , N/mm <sup>2</sup>
I	Поверхностный слой	340	0,60
	Верхний несущий слой	340	0,45
II	Нижний несущий слой	500	0,20
	Грунтовое основание	500	0,10
	Подстилающий грунт	500	0,10

\*Заданное контактное напряжение должно соблюдаться с отклонением не более  $\pm 10\%$ .

5.3. Очищают поверхность слоя на месте испытания и обеспечивают возможно более полное прилегание штампа. При проведении массовых испытаний особых мер для обеспечения плотного прилегания штампа к поверхности испытываемого слоя не принимают.

Точность обеспечивается за счет большого числа испытаний. При разовых испытаниях плотность прилегания обеспечивается притиркой штампа к поверхности испытываемого слоя с заполнением пустот под штампом гипсовым тестом или одноразмерным мелким песком.

5.4. Размещают и производят монтаж УДН на месте испытания согласно инструкции изготовителя прибора, а также размещают и тарируют электрические измерительные и регистрирующие устройства.

#### 6. Проведение испытаний

6.1. Испытания в случае I проводят со штампом диаметром 340 mm в следующем порядке:

1) устанавливают высоту падения для получения контактного напряжения по табл.2;

2) дважды нагружают и определяют  $\omega_0$ ,  $\omega_1$  и ударную силу  $F$ . Если результаты двух измерений отличаются друг от друга более чем на 20% (относительно меньшего значения), то проводят дальнейшее нагружение;

3) выборочно контролируют соблюдение времени действия нагрузки, например в начале и конце каждой серии измерений при приблизительно одинаковых условиях и (или) при отдельных очень высоких значениях прогиба. Если требования п.3.1 не соблюдены, то на основе калибровочных значений необходимо изменить высоту падения, массу падающего груза и (или) жесткость амортизирующих элементов.

6.2. Испытания в случае II проводят со штампом диаметром 500 мм в следующем порядке:

1) устанавливают высоту падения для получения контактного напряжения по табл.2;

2) нагружают и определяют  $\omega_0$  и  $F$ :

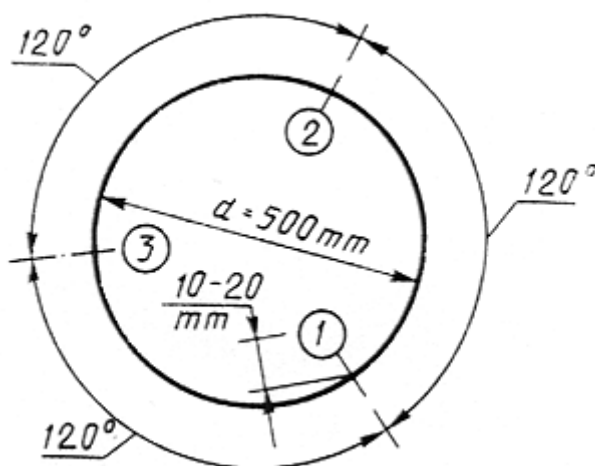
предварительное нагружение - однократное без измерения;

испытательное нагружение - трехкратное.

Примечания:

1. При пользовании электрическим прибором для измерения деформации и регистрации ударной силы действителен порядок, приведенный в п.6.1, однако без учета  $\omega_1$ .

2. При пользовании механическим прибором деформация ( $\omega_0$ ) измеряется при нагружении по схеме, приведенной на черт.2.



- 1 - точка измерения при первом нагружении;  
2 - точка измерения при втором нагружении;  
3 - точка измерения при третьем нагружении.

Черт.2

3) выборочно контролируют соблюдение времени действия нагрузки, например, в начале и в конце каждой серии измерений при приблизительно одинаковых условиях и (или) при отдельных очень высоких значениях прогиба.

Примечание. Если требования по п.3.1 не соблюдены, то на основе калибровочных значений необходимо изменить высоту падения, массу падающего груза и (или) жесткость амортизирующих элементов.

## 7. Обработка результатов

7.1. Для полученных в результате испытаний отдельных значений в данной ( $i$ -й) точке измерения определяют:

1) среднее значение ударной силы, действующей на нагружаемый штамп ( $F_i$ ), в ньютонах, округленное до 1Н;

2) среднее значение амплитуды упругой деформации нагруженной поверхности по оси нагрузки ( $W_{0i}$ ) и амплитуды упругой деформации на расстоянии  $a$  от оси нагрузки ( $W_{1i}$ ), выраженной в миллиметрах, округленное до 0,01 мм;

3) значение контактного напряжения ( $\sigma_i$ ) в ньютонах на квадратный миллиметр, округленное до 0,01 N/mm<sup>2</sup>, по формуле

$$\sigma_i = \frac{4F_i}{\pi \cdot d^2}, \quad (1)$$

где  $F$  – ударная сила, N;

$d$  – диаметр нагружаемого штампа, mm;

4) значение модуля упругости ( $E_{vdi}$ ), в ньютонах на квадратный миллиметр, округленное до 1 N/mm<sup>2</sup>, вычисляются по формуле

$$E_{vdi} = \frac{\pi \cdot d \cdot \sigma_i}{4W_{0i}} (1 - \mu^2), \quad (2)$$

где  $W_{0i}$  – амплитуда упругой деформации нагруженной поверхности по оси нагрузки, mm;

$\mu$  – коэффициент Пуассона, принимаемый для грунтов равным 0,35, для дорожных конструкций - 0,3;

5) значение радиуса кривизны упругой линии на поверхности связанного слоя ( $R_d$ ), выраженное в миллиметрах, округленное до 10<sup>3</sup> mm, по формуле

$$R_{di} = \frac{a^2 \cdot W_{1i}}{2W_{0i} (W_{0i} - W_{1i})} \quad (3)$$

или при  $a = 225$  mm

$$R_{di} = \frac{25,312 \cdot W_{1i}}{W_{0i} (W_{0i} - W_{1i})}, \quad (4)$$

где  $a$  – расстояние между осью нагрузки и точкой измерения амплитуды деформации  $W_1$ , mm;

$W_{1i}$  – амплитуда упругой деформации на расстоянии  $a$  от оси нагрузки, mm.

7.2. Нормативные значения определяют для участков дорог с амплитудой деформации, измеренной по оси нагрузки одинакового порядка, на основе общих зависимостей согласно СТ СЭВ 3404-81 с доверительной вероятностью 95%:

1) значение амплитуды упругой деформации нагруженной поверхности по оси нагрузки ( $W_0$ /95), выраженной в миллиметрах, округленное до 0,01 mm, по формуле

$$\overline{W_0} / 95 = W_0 + t \cdot S_{W_0} \quad (5)$$

где  $\overline{W_0}$  – среднее арифметическое значений  $W_{0i}$ , определенных в  $n$  точках измерения, mm (порядковый номер места измерения  $i = 1, 2, 3, \dots, n - 1, n$ );

$t$  – значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности 95%;

$S_{W_0}$  – стандартное отклонение величины  $W_{0i}$  от среднего значения  $\overline{W_0}$ ;

2) значение модуля упругости ( $E_{vd}/95$ ), выраженного в ньютонах на квадратный метр, округленное до  $1 \text{ N/mm}^2$ , по формуле

$$E_{vd}/95 = \overline{E_{vd}} - t \cdot S_{E_{vd}}, \quad (6)$$

где  
 $\overline{E_{vd}}$  – среднее арифметическое значений  $E_{vdi}$  определенных в  $n$  точках измерения,  $\text{N/mm}^2$  (порядковый номер места измерения,  $i=1, 2, 3, \dots, n-1, n$ );  
 $S_{E_{vd}}$  – стандартное отклонение величины  $E_{vdi}$  от среднего значения  $\overline{E_{vd}}$ ,  $\text{N/mm}^2$ ;

3) значение радиуса кривизны ( $R_d/95$ ), выраженного в миллиметрах, округленное до  $10^3 \text{ mm}$ , по формуле

$$R_d = \overline{R_d} - t \cdot S_{R_d}, \quad (7)$$

где  
 $\overline{R_d}$  – среднее арифметическое значений  $R_{di}$ , определенных в  $n$  точках измерения,  $10^3 \text{ mm}$ ; (порядковый номер места измерения  $i=1, 2, 3, \dots, n-1, n$ );  
 $S_{R_d}$  – стандартное отклонение величины  $R_{di}$  от среднего значения  $\overline{R_d}$ ,  $10^3 \text{ mm}$ .

## Приложение

### Обозначения, принятые в стандарте

- $W_0$  – амплитуда упругой деформации нагруженной поверхности по оси нагрузки, mm;
- $W_l$  – амплитуда упругой деформации на расстоянии  $a$  от оси нагрузки, mm;
- $E_{vd}$  – модуль упругости определенный по амплитуде деформации  $w_0$ ,  $\text{N/mm}^2$ ;
- $R_d$  – радиус кривизны упругой линии на поверхности связанного слоя, определенный по амплитудам деформации  $w_0$  и  $w_l$ ,  $10^3 \text{ mm}$ ;
- $F$  – ударная сила, действующая на нагружаемый штамп УДН, N;
- $\sigma$  – контактное напряжение, возникающее на поверхности испытываемой конструкции от действия ударной силы  $F$  по нагружаемому штампу,  $\text{N/mm}^2$ ;
- $d$  – диаметр нагружаемого штампа, mm;
- $a$  – расстояние между осью нагрузки и точкой измерения амплитуды деформации  $w_l$ ;  
 $a = \text{const} = 225 \text{ mm}$ ;
- $i$  – обозначение порядкового номера измерения;
- $\overline{W_0}$  – среднее арифметическое значение величины  $W_{0i}$ ;
- $\overline{\sigma}$  – среднее арифметическое значение величины  $\sigma_i$ ;

$\bar{E}_{vd}$  – среднее арифметическое значение величины  $E_{vd_i}$ ;

$S_{W_0}$  – стандартное отклонение величины  $W_{o_i}$  от среднего значения  $\bar{W}_0$ ;

$S_{E_{vd}}$  – стандартное отклонение величины  $E_{vd_i}$  от среднего значения  $\bar{E}_{vd}$ ;

$S_{R_d}$  – стандартное отклонение величины  $R_{d_i}$  от среднего значения  $\bar{R}_d$ ;

$t$  – значение коэффициента Стьюдента для заданного уровня статистической надежности;

$W_0/95$  – нормативная для участка дороги амплитуда деформации  $w_0$  со статистической надежностью 95%;

$E_{vd}/95$  – нормативный для участка дороги модуль упругости со статистической надежностью 95%;

$R_d/95$  – нормативный для участка дороги радиус кривизны со статистической надежностью 95%.

Информационное приложение

#### Перечень ключевых слов/дескрипторов\*

---

\*Дескрипторы тезауруса СЭВ по стандартизации выделены полужирным шрифтом.

В электронном тексте дескрипторы тезауруса СЭВ по стандартизации имеют обозначение [Д].

Ключевые слова/дескрипторы: **дороги автомобильные [Д]**, **методы испытаний [Д]**, **конструкции дорожные**, **способности несущие**, **установка динамического нагружения (УДН)**, **модуль упругости [Д]**.