**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5**

**«Установление градуировочной зависимости «косвенная характеристика-прочность бетона» на примере ультразвукового метода»**

## Цель работы:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**1. Установление градуировочной зависимости**

Установление градуировочной зависимости осуществляется в соответствии с ГОСТ 17624-2012 по уравнению вида:

$R=aV+b$,

где $R$ – прочность бетона на сжатие, МПа;

$V$ – скорость ультразвука, м/с;

Коэффициенты и  вычисляются по формулам:

$b=\overline{R}\_{ф}-a\overline{V}$*;*

$a=\frac{\sum\_{i=1}^{n}\left(R\_{фi}-\overline{R}\_{ф}\right)\left(V\_{i}-\overline{V}\right)}{\sum\_{i=1}^{n}\left(V\_{i}-\overline{V}\right)^{2}}$*;*

где $n$ – число образцов;

$R\_{фi}$, МПа – прочность бетона *i*-го образца, определенная при испытании;

$\overline{R}\_{ф}$, МПа – среднее значение прочности бетона;

$V\_{i}$, м/с – скорость ультразвука на *i*-м образце;

$\overline{V}$, м/с – среднее значение скорости ультразвука;

Таблица 5.1 – Определение параметров градуировочной зависимости

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № образца | $t$, мкс | $t\_{ср}$, мкс | $b$,м | $$V\_{i}$$м/с | $$\overline{V}$$м/с | $$V\_{i}-\overline{V}$$м/с | $$\left(V\_{i}-\overline{V}\right)^{2}$$ | Прочность бетона, $R\_{фi}$, МПа | $\overline{R}\_{ф}$ МПа | $$R\_{фi}-\overline{R}\_{ф}$$ | $$\left(V\_{i}-\overline{V}\right)^{}×(R\_{фi}-\overline{R}\_{ф})$$ |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| $\sum\_{i=1}^{n}R\_{фi}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_МПа;$ | $\overline{R}\_{ф}=\frac{\sum\_{i=1}^{n}R\_{фi}}{n}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_МПа;$ |
| $\sum\_{i=1}^{n}V\_{i}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_м/с;$  | $\overline{V}=\frac{\sum\_{i=1}^{n}V\_{i}}{n}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_м/с;$  |
| $\sum\_{i=1}^{n}\left(V\_{i}-\overline{V}\right)^{2}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_;$  | $\sum\_{i=1}^{n}\left(V\_{i}-\overline{V}\right)^{}×\left(R\_{фi}-\overline{R}\_{ф}\right)=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_;$  |

Значение коэффициента $a=\frac{\sum\_{i=1}^{n}\left(R\_{фi}-\overline{R}\_{ф}\right)\left(V\_{i}-\overline{V}\right)}{\sum\_{i=1}^{n}\left(V\_{i}-\overline{V}\right)^{2}}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_;$

Значение коэффициента $b=\overline{R}\_{ф}-a\overline{V}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_$;

Таким образом, аналитическое выражение градуировочной зависимости:

$$R=aV+b=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_$$

**2. Отбраковка результатов испытаний и определение параметров градуировочной зависимости**

После построения градуировочной зависимости проводят ее корректировку путем отбраковки единичных результатов испытания.

Таблица 5.2 – Корректировка параметров градуировочной зависимости

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № образца | Скорость ультра-звука,$$V\_{i}$$м/с | Прочность бетона по результатам испытаний, $R\_{фi}$, МПа | Прочность бетона по град. зависимости, $R\_{нi}$, МПа | $$R\_{фi}-R\_{нi}$$МПа | $$\left(R\_{фi}-R\_{нi}\right)^{2}$$МПа | $$S$$МПа | $$\frac{R\_{фi}-R\_{нi}}{S}$$ |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |

$\sum\_{i=1}^{n}\left(R\_{фi}-R\_{нi}\right)^{2}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_;$

Значения не удовлетворяющие условию $\frac{\left|R\_{фi}-R\_{нi}\right|}{S}<2$ – отбраковывают.

где $S$ – остаточное среднеквадратическое отклонение, определенное по формуле:

$S=\sqrt{\frac{\sum\_{i=1}^{n}\left(R\_{фi}-R\_{нi}\right)^{2}}{n-2}}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_;$ $\frac{S}{\overline{R}\_{ф}}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_;$

Определяют коэффициент корреляции градуировочной зависимости по формуле:

$r=\frac{\sum\_{i=1}^{n}[\left(R\_{нi}-\overline{R}\_{н}\right)×\left(R\_{фi}-\overline{R}\_{ф}\right)]}{\sqrt{\sum\_{i=1}^{n}\left(R\_{нi}-\overline{R}\_{н}\right)^{2}}×\sqrt{\sum\_{i=1}^{n}\left(R\_{фi}-\overline{R}\_{ф}\right)^{2}}}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_$

Таблица 5.3 – Определение условий применения градуировочной зависимости

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № образца | $R\_{нi}$, МПа | $\overline{R}\_{н}$, МПа | $$R\_{нi}-\overline{R}\_{н}$$МПа | $$\left(R\_{нi}-\overline{R}\_{н}\right)^{2}$$МПа | $$R\_{фi}-\overline{R}\_{ф}$$МПа | $$\left(R\_{фi}-\overline{R}\_{ф}\right)^{2}$$МПа | $$\left(R\_{нi}-\overline{R}\_{н}\right)×\left(R\_{фi}-\overline{R}\_{ф}\right)$$ |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |
| $\sum\_{i=1}^{n}R\_{нi}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_МПа$  | $\overline{R}\_{н}=\frac{\sum\_{i=1}^{n}R\_{нi}}{n}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_МПа$  |
| $\sum\_{i=1}^{n}[\left(R\_{нi}-\overline{R}\_{н}\right)×\left(R\_{фi}-\overline{R}\_{ф}\right)]=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_;$  |
| $\sum\_{i=1}^{n}\left(R\_{нi}-\overline{R}\_{н}\right)^{2}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_; $  | $\sum\_{i=1}^{n}\left(R\_{фi}-\overline{R}\_{ф}\right)^{2}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_;$  |

**3. Условия применения градуировочной зависимости**

Применение градуировочной зависимости для определения прочности бетона допускается только для значений скорости ультразвука, попадающего в диапазон от $V\_{min}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_м/с$ до $V\_{max}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_м/с$.

Если коэффициент корреляции $r<0,7$, то контроль и оценка прочности по полученной градуировочной зависимости не допускается.

$r=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_$ 0,7 – условие (выполняется) (не выполняется).

Если коэффициент вариации $\frac{S}{\overline{R}\_{ф}}>0,15$, то контроль и оценка прочности по полученной градуировочной зависимости не допускается.

$\frac{S}{\overline{R}\_{ф}}=\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_\\_ $ 0,15 – условие (выполняется) (не выполняется).

**4. Построение графика градуировочной зависимости**

****

*Рисунок 5.1 – Градуировочная зависимость «скорость УЗК – прочность бетона»*

Выводы:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Подпись студента\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Подпись преподавателя\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_