

7. Клюев, В.В. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. / под ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 1986. – Кн. 1.

8. Васильев, А.П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / А.П. Васильев, В.М. Сиденко. – М.: Транспорт, 1990 .

УДК 691.004.18

**ТОЧНОСТЬ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ  
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАННОГО ВЫСОТНОГО  
ПОЛОЖЕНИЯ ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**Столбов Ю.В., д-р техн. наук, профессор,  
Столбова С.Ю., канд. техн. наук, доцент,  
Нагаев Д.О.**

*Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия  
(СибАДИ, Российская Федерация)*

Одним из основных показателей качества строительства автомобильных дорог является точность высотного положения поверхностей их оснований и покрытий.

Показатели точности устройства слоев оснований и покрытий автомобильных дорог изложены в СНиП 3.06.03–85 [1].

В этом нормативном документе при приемке выполненных работ по устройству верхних слоев покрытий рекомендуется определение полученных вертикальных отметок (амплитуд) путем нивелирования с шагом 5 м.

В то же время в п.14.5 СНиП 3.06.03–85 приведены допускаемые отклонения амплитуд значений вертикальных отметок при нивелировании их с шагом 5, 10 и 20 м (таблица 1).

Таблица 1

Допускаемые значения амплитуд вертикальных отметок  
поверхностей оснований и покрытий

Категория дороги	Значения амплитуд, мм, при использовании комплектов машин					
	Без автоматической системы задания вертикальных отметок			С автоматической системой задания вертикальных отметок		
	Расстояние между точками, м					
	5	10	20	5	10	20
I, II, III	7	12	24	5	8	16
IV, V, I-с, II-с и внутренние дороги промышленных предприятий	10	16	-	-	-	-

Там же отмечено, что 90 % определений должны быть в пределах указанных в табл.1, а 10 % определений не должны превышать эти значения более чем в 1,5 раза.

Пояснений о применении шага (расстояний между точками) при определении вертикальных отметок оснований и нижних слоев покрытий в [1] нет.

На точность высотного положения слоев оснований и покрытий оказывают влияние погрешности разбивочных и строительных работ.

Среднеквадратическая погрешность процесса по устройству оснований и покрытий  $m_H$  может быть определена по выражению:

$$m_H = \sqrt{(m_T)^2 + (m_C)^2}, \quad (1)$$

где  $m_C$  – среднеквадратическая погрешность строительных работ;

$m_T$  – среднеквадратическая погрешность геодезических работ.

В СНиП 3.06.03–85 приведены допустимые отклонения при приемке завершеного процесса на устройство слоев оснований и покрытий

без разграничения их на строительные и разбивочные работы.

Для определения допусков на разбивочные работы и геодезический контроль в процессе строительства слоев оснований и покрытий предлагается метод расчета с учетом точности технологического процесса  $T_{\Pi}$  их устройства, определяемого по выражению

$$T_{\Pi} = \frac{\delta_{\text{H}}}{m_{\Gamma}}, \quad (2)$$

где  $\delta_{\text{H}}$  – допускаемые отклонения амплитуд от нормируемых в СНиП 3.06.03–85;

$m_{\Gamma}$  – фактическая среднеквадратическая погрешность технологического процесса устройства слоев оснований и покрытий.

В работе [2] приведены следующие нормы точности на геодезические работы (разбивку и контроль в процессе строительства) в зависимости от  $T_{\Pi}$ :

$$\begin{aligned} \text{при } T_{\Pi} = 1 & \quad \delta_{\Gamma} = 0,45 \cdot \delta_{\text{H}}; \\ \text{при } T_{\Pi} = 1,5 & \quad \delta_{\Gamma} = 0,55 \cdot \delta_{\text{H}}; \\ \text{при } T_{\Pi} = 2 & \quad \delta_{\Gamma} = 0,9 \cdot \delta_{\text{H}}; \\ \text{при } T_{\Pi} = 2,5 - 3 & \quad \delta_{\Gamma} = \delta_{\text{H}}. \end{aligned} \quad (3)$$

где  $\delta_{\Gamma}$  – предельная погрешность на геодезические работы.

При нормировании точности геодезических и строительных работ необходимо учитывать доверительную вероятность обеспечения высотного положения оснований и покрытий автомобильных дорог [3].

Согласно п.14.5 СНиП 3.06.03-85, при переходе от предельных к среднеквадратическим погрешностям следует принимать доверительную вероятность  $P = 0,9$ . Согласно же обязательному приложению 2, при оценке качества работ на «хорошо» следует принимать  $P = 0,9$ , а при оценке на «отлично» –  $P = 0,95$ . Поэтому приведем пример расчета допусков на геодезические и строительные работы с учетом точности технологических процессов устройства оснований и покрытий  $T_{\Pi}$ , шагов нивелирования (5, 10 и 20 м) и доверительных вероятностей ( $P = 0,9$  и  $P = 0,95$ ) определения амплитуд вертикальных отметок.

Пример 1.

$T_{\Pi} = 1$ , шаг – 5 м,  $\delta_{\text{H}} = \pm 7$  мм (без автоматической системы задания вертикальных отметок),  $P = 0,9$ , нормируемый множитель при переходе от предельных к среднеквадратическим погрешностям  $t = 1,645$ .

Согласно [2],  $\delta_{\Gamma} = 0,45 \cdot \delta_{\text{H}} = 3,15$  мм, а  $m_{\text{H}} = 7 / 1,645 = 4,26$  мм,  $m_{\Gamma} = 3,15 / 1,645 = 1,91$  мм.

Подставив значения  $m_{\text{H}}$  и  $m_{\Gamma}$  в выражение (1), получим значение  $m_{\text{C}} = 3,81$  мм, предельная погрешность на строительные работы будет равна  $\delta_{\text{C}} = 6,26$  мм.

Подобным образом выполнены расчеты допусков (предельных и среднеквадратических погрешностей) на геодезические и строительные работы при устройстве оснований и покрытий автомобильных дорог при различных коэффициентах точности технологических процессов ( $T_{\Pi} = 1,0; 1,5; 2,0$ ), шаге нивелирования (5, 10, 20 м), доверительных вероятностях определения погрешностей амплитуд вертикальных отметок ( $P = 0,9$  и  $P = 0,95$ ) и результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Нормы точности на геодезические и строительные работы для обеспечения высотного положения оснований и покрытий автомобильных дорог (без автоматической системы задания вертикальных отметок, категорий дорог I, II, III)

№ п/п	Коэффициент точности технологического $T_{\Pi}$ процесса	Шаг нивелирования, м	Нормированное значение амплитуд вертикальных отметок		Допуски на строительные работы		Допуски на геодезические работы	
			$\delta_{\Pi}$ , мм	$m_{\Pi}$ , мм	$\delta_{С}$ , мм	$m_{С}$ , мм	$\delta_{Г}$ , мм	$m_{Г}$ , мм
При $P = 0,9$								
1	$T_{\Pi} = 1,0$	5	7	4,26	6,26	3,81	3,15	1,91
	$T_{\Pi} = 1,5$				5,86	3,56	3,85	2,34
	$T_{\Pi} = 2,0$				3,05	1,86	6,30	3,83
2	$T_{\Pi} = 1,0$	10	12	7,29	10,73	6,52	5,40	3,28
	$T_{\Pi} = 1,5$				10,01	6,09	6,60	4,01
	$T_{\Pi} = 2,0$				5,21	3,17	10,80	6,56
3	$T_{\Pi} = 1,0$	20	24	14,59	21,43	13,0	10,80	6,56
	$T_{\Pi} = 1,5$				20,04	3	13,20	8,02
	$T_{\Pi} = 2,0$				10,46	9	21,6	13,13
При $P = 0,95$								
4	$T_{\Pi} = 1,0$	5	7	3,5	6,24	3,12	3,15	1,58
	$T_{\Pi} = 1,5$				5,86	2,93	3,85	1,92
	$T_{\Pi} = 2,0$				3,05	1,52	6,30	3,15
5	$T_{\Pi} = 1,0$	10	12	6,0	10,72	5,36	5,40	2,70
	$T_{\Pi} = 1,5$				10,02	5,01	6,60	3,30
	$T_{\Pi} = 2,0$				5,24	2,62	10,80	5,40
6	$T_{\Pi} = 1,0$	20	24	12,0	21,44	10,7	10,80	5,40
	$T_{\Pi} = 1,5$				20,04	2	13,20	6,60
	$T_{\Pi} = 2,0$				10,46	2	21,60	10,80
					5,23			

Выполненные исследования на кафедре геодезии Сибирской Государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ) по точности высотного положения оснований и покрытий автомобильных дорог при их устройстве показывают, что нормы, регламентируемые в СНиП 3.06.03-85, не всегда обеспечиваются на практике. Поэтому для обеспечения заданного высотного положения поверхностей слоев оснований и покрытий автомобильных дорог необходимо налаживать технологический процесс по их устройству не по предельным нормируемым допускаемым отклонениям, а по среднеквадратическим погрешностям геодезических и строительных работ с заданной доверительной вероятностью ( $P = 0,9$  или  $P = 0,95$ ).

### Литература

1. Автомобильные дороги: СНиП 3.06.03-85. – Госстрой СССР. – М.ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – С. 106.
2. Столбов, Ю.В. О нормировании точности контрольных измерений при монтаже строительных конструкций / Ю.В. Столбов, В.В. Столбов // Промышленное строительство. – 1978. – № 4. – С. 29–31.
3. Столбов, Ю.В. Назначение точности возведения строительных конструкций с учетом ответственности зданий и сооружений / Ю.В. Столбов, В.В. Столбов // Вестник СибАДИ, вып. 4. 2006. – С. 134–138.