

УДК 624.32.159.5

## **РАСЧЕТ ОСАДОК ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ**

**Жакулин А.С., Жакулина А.А.**

*Карагандинский государственный технический университет,  
г. Караганда, Казахстан*

В статье приведены результаты многолетних геодезических наблюдений за осадками оснований дымовых труб промышленных объектов Карагандинской области. Проводится сравнение фактических осадок дымовых труб с расчетными и предельно допустимыми регламентируемыми строительными нормами. Установлено, что необходимо внесение поправок в общепризнанную формулу расчетов оснований по второй группе предельных состояний.

This paper presents the results of the long-term settlement observations of the ground under the chimney structures of industrial facilities in Karaganda state. The actual settlements of the structures and the maximum allowable settlements (by the building codes) are compared. The conclusion is made on the need to amend the recognized formula given by the building codes for the ground analysis by the second group of limiting states.

Данные инженерно-геологических изысканий и лабораторных анализов результатов исследований свойств грунтов основания показывают, что они обладают высокими значениями плотности и низкими коэффициентами пористости. Лабораторные исследования подтверждают повышение влажности грунтов и перехода глин основания из полутвердого в тугопластичную консистенцию.

Физико-механические свойства грунтов объектов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-механические свойства грунтов

Св-ва грунтов	Ед. изм	Дымовая труба, высотой		
		H = 250 м	H = 100 м	H = 150 м
$\gamma_o$	кН/м <sup>3</sup>	21,1	20,6	20,3
$\gamma_s$	кН/м <sup>3</sup>	27,0	26,9	27,2
$\omega$	%	18	19	17
$J_1$		0,26	0,21	0,26
$e$		0,49	0,66	0,52
$\varphi$	град.	21	22	19
$c$	МПа	0,06	0,08	0,06
$E_o$	МПа	15,0	16,9	17,2

Основание фундамента дымовых труб представлено красно-бурыми глинами полутвердой консистенции, мощностью 7–8 м.

Фундаменты дымовых труб высотой до 250 м монолитные железобетонные. Подошва фундамента – круглая, диаметром 40,0 м, высотой 4,0 м. Расчетная нагрузка на основание от дымовых труб составляет примерно 21,1 т/м<sup>2</sup>. Для всех видов фундаментов принят бетон марки М300, на сульфатостойком портландцементе.

Стабилизация осадки фундамента наступила через 5–7 лет после окончания работ по возведению монолитного железобетонного ствола. Графики зависимости осадки от времени железобетонных дымовых труб приведены на (рис. 1).

Для сравнения расчетных осадок фундаментов с фактическими и предельно допустимыми (по СНиП) значениями был произведен перерасчет осадки фундамента дымовой железобетонной трубы высотой 250 м. Осадка определялась на расчетную нагрузку: для дымовой трубы – 21,1 т/м<sup>2</sup> на уровне верхнего обреза фундамента.

Осадки вычислялись методом элементарного послойного суммирования согласно СНиП РК 5.01-01-2002 «Основания зданий и сооружений» и методом эквивалентного слоя Цытовича. Сравнения расчетных, фактических, а также предельно допустимых по СНиП

осадок приведены в табл. 2. Из приведенных данных фактическая осадка фундаментов дымовых труб в 3–4 раза меньше расчетных осадок.

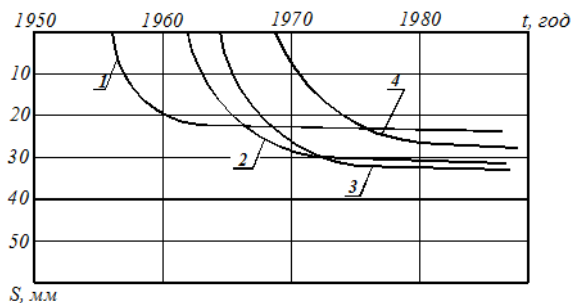


Рис. 1. Осадки дымовых труб во времени.  
 1 – Дымовая труба H=100м; 2 – Дымовая труба H = 250м, 3- по Еврокоду; 4 – Дымовая труба H = 150 м

Таблица 2

Сравнение расчетных, фактических и предельно допустимых по СНиП осадок

Объект	Осадка, s, мм			
	Фактическая	Расчетная		S <sub>н</sub>
		послойного суммирования	эквивалентного слоя	
Дымовая труба H=150 м	34	92	103	200
Дымовая труба H=250 м	32	149	210	200
Дымовая труба H=100 м	23	83	90	200

Следует отметить, что строительные нормы не учитывают процесс консолидации и ползучести скелета грунта основания во времени. Расчет конечных осадок методом послойного суммирования основан на моделях упругого полупространства.

Еврокод «Геотехника 7» предполагает определения осадок с учетом упругих, консолидационных составляющих и ползучести

грунтов основания. Осадку фундаментов с учетом ползучести грунтов основания рекомендуем определять:

$$S = S_0 + S_1 + S_2, \quad (1)$$

где  $S$  – общая осадка;  $S_0$  – мгновенная-упругая осадка;  $S_1$  – осадка, вызванная консолидацией;  $S_2$  – осадка, вызванная ползучестью (вторичная);

Общую мгновенную осадку фундамента определяем с использованием теории упругости по следующей формуле:

$$s_0 = pbf / E_m, \quad (2)$$

где  $E_m$  – расчетное значение модуля упругости;  $f$  – коэффициент осадки фундамента;  $p$  – контактное давление, линейно распределенное по подошве фундамента.

Составляющие общих осадок с учетом консолидации и ползучести определяем:

$$s = s_1 + s_2 = Hm_v p + Hb_k \ln(t / t_v), \quad (3)$$

где  $b_k = \Delta \epsilon_{kt} / \ln(t / t_v)$ , характеристика интенсивности ползучести грунта определяемый при компрессионных испытаниях;  $\Delta \epsilon_{kt} = \Delta s_{kt} / h$  - деформация ползучести;  $\Delta s_{kt}$  – осадка ползучести, накопленная на временном участке  $(t-t_v)$ , см;  $h$  - высота образца, см;  $t$  – время уплотнения образца от начала его нагружения, сутки;  $t_v$  – время окончания фильтрационной консолидации, сутки.

## Литература

1. Булычев, Н.С. Механика подземных сооружений в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / Н.С. Булычев – М. : Недра, 1989. – 270 с.
2. Ухов, С.Б. Механика грунтов, основания и фундаменты / С.Б. Ухов. – М. : Высшая школа, 2002. – 566 с.
3. Основания зданий и сооружений : СНиП РК 5.01-01-2002.