Изучение полей деформаций грунта методом PIV

ООО НПП «Геотек»

г. Пенза 15.05.2009

Сущность метода PIV

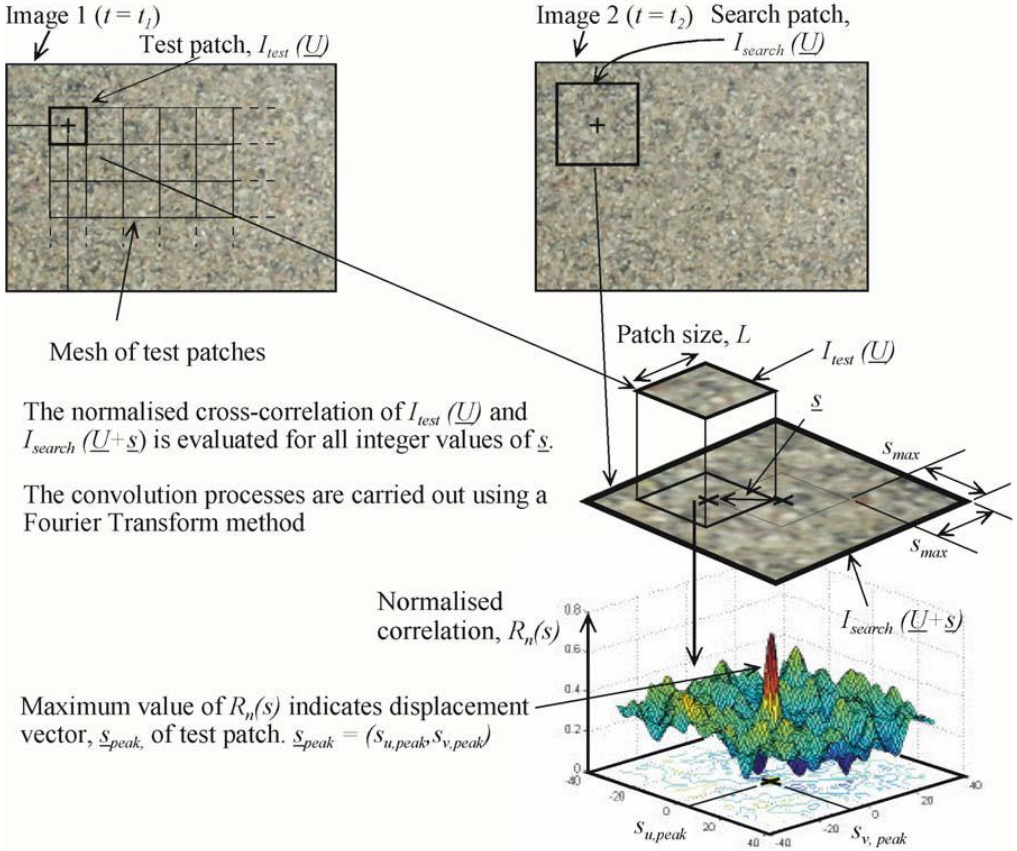

Рисунок 1. Идея метода PIV

Модель камеры

Pix -> mm

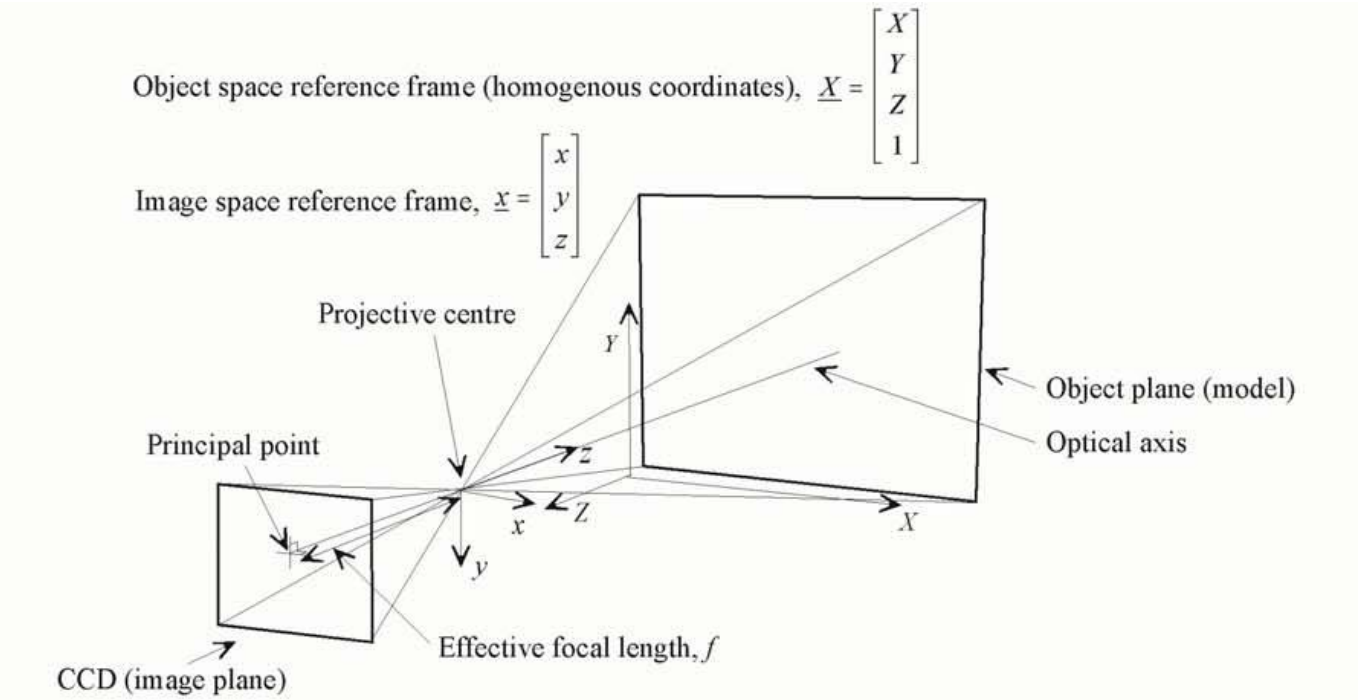

Рисунок 2. Модель камеры для калибровки фотографий

Дисторсия фотографий

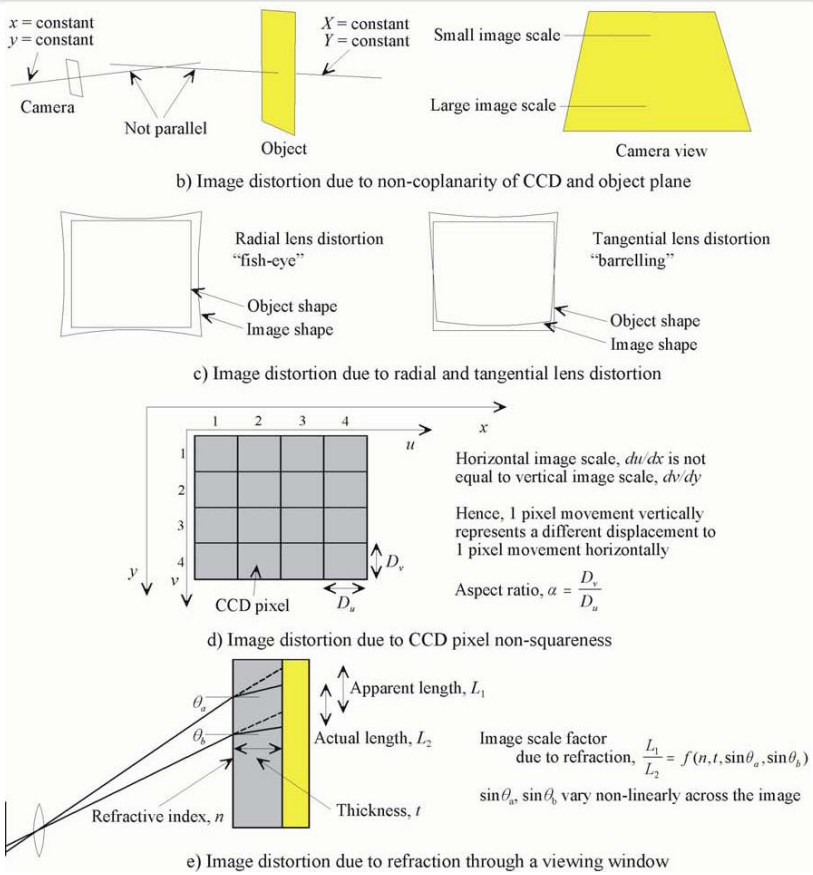

Рисунок 3. Причины дисторсии фотографий

Методы калибровки фотографий

- Линейная модель (MatPIV - J. Kristian Sveen August 6, 2004)
- Нелинейная модель (MatPIV - J. Kristian Sveen August 6, 2004; Camera Calibration Toolbox for MatLab - Jean-Yves Bouguet)
- Нейронная сеть

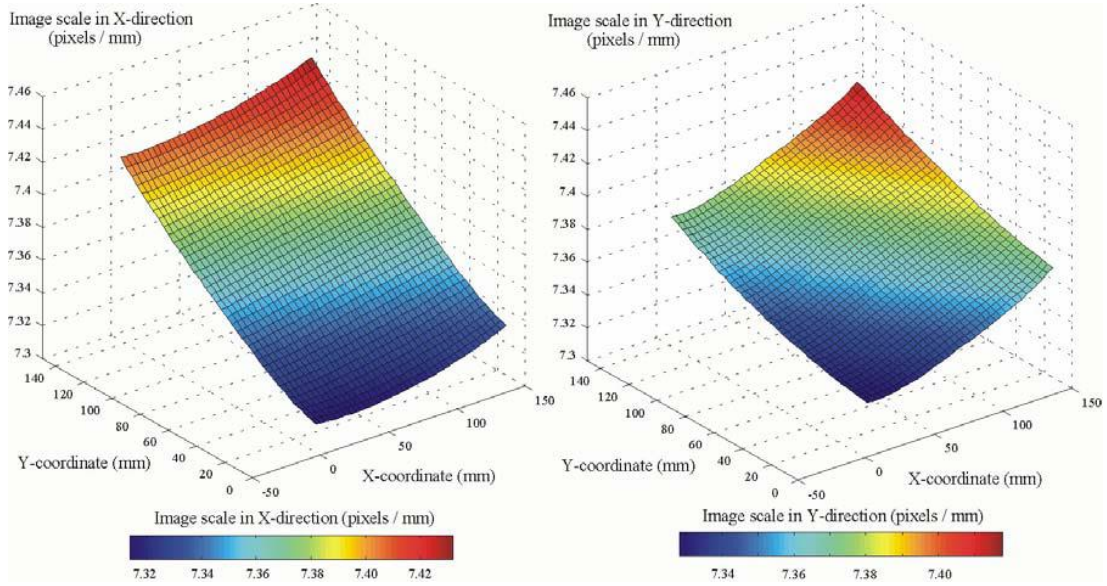

Рисунок 4. Масштаб перевода пикселей в мм по осям X и Y

Точность метода

$$\rho_{system,mm} = \left(\frac{W_{mm}}{W_{pixel}}\right) \times \sqrt{\left[\left(\frac{0.6}{L}\right) + \left(\frac{150000}{L^8}\right)\right]^2 + \left[\left(\frac{0.6}{L_{CTRL}}\right) + \left(\frac{150000}{L_{CTRL}^{\ 8}}\right)\right]^2}$$

-суммарная погрешность определения перемещений

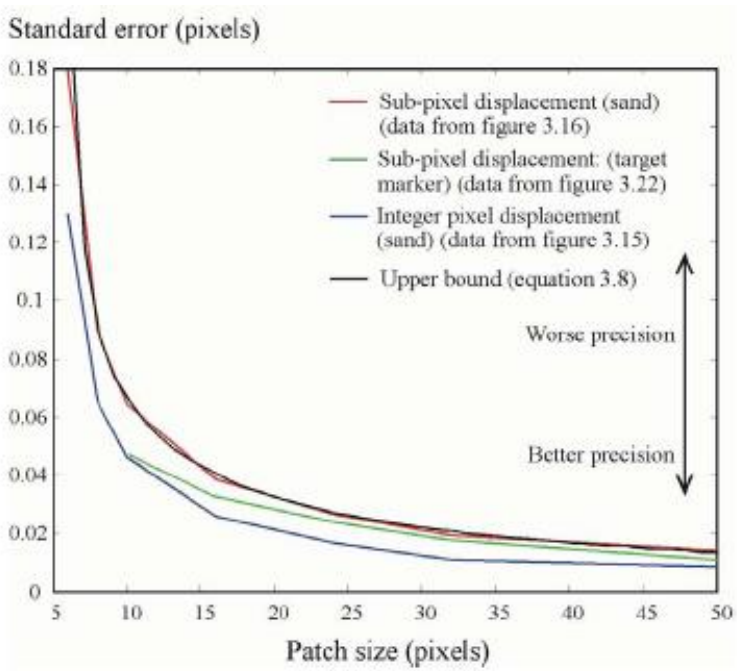

Рисунок 5. Погрешность PIV в определении перемещений

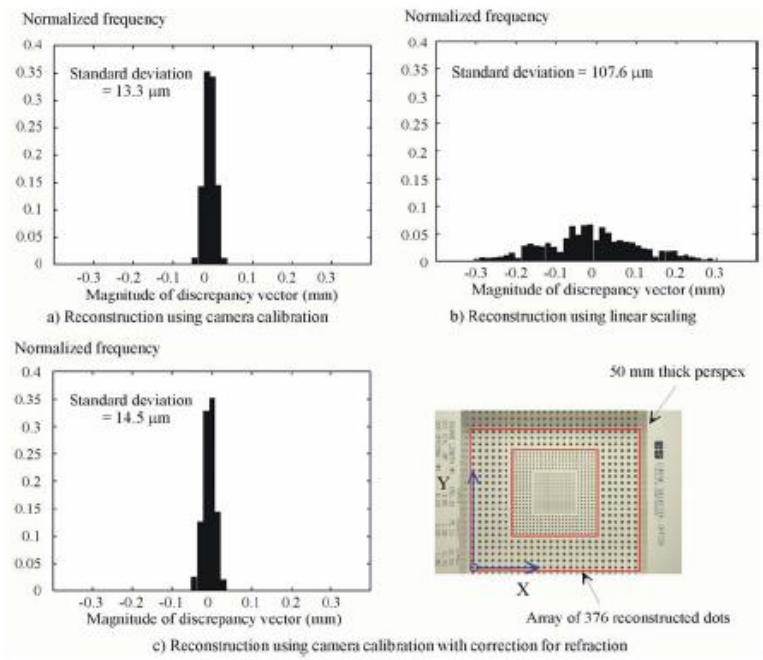

Рисунок 6. Погрешность PIV в определении координат точек (погрешность калибровки)

Точность метода (продолжение)

Reference	*Measurements per image*	*Quoted performance*	*Normalised Performance*
This work. Patch size, L= 8 L_{CTRL} = 25	31000	Accuracy[1] = 16.7 μm Precision[1] = 14.9 μm	<1/18000 1/20000
Patch size, L= 50 L_{CTRL} = 25	805	Accuracy[1] = 16.7 μm Precision[1] = 4.6 μm	<1/18000 1/65000
Taylor *et al.* 1998	≈ 625	Accuracy = 60 μm Precision[2] = 50-80 μm	1/5600 1/6720-1/4200
Allersma *et al.*, 1994	≈ 300	Resolution = 200 μm	1/500
Phillips, 1991	≈ 1000	Precision = 5 μm	1/10000
Obaidat *et al.*, 1998	Limited by number of identifiable features	Resolution = 150-230 μm	1/2000-1/1300
Saada *et al.*, 1999		Precision = 130 μm	1/1400
Andrawes *et al.* 1973		Precision = 5 μm	1/11000

[1] Over field of view of 300 mm x 200 mm.
[2] Quoted by Grant (1998) for same experimental system described by Taylor *et al.* (1998)

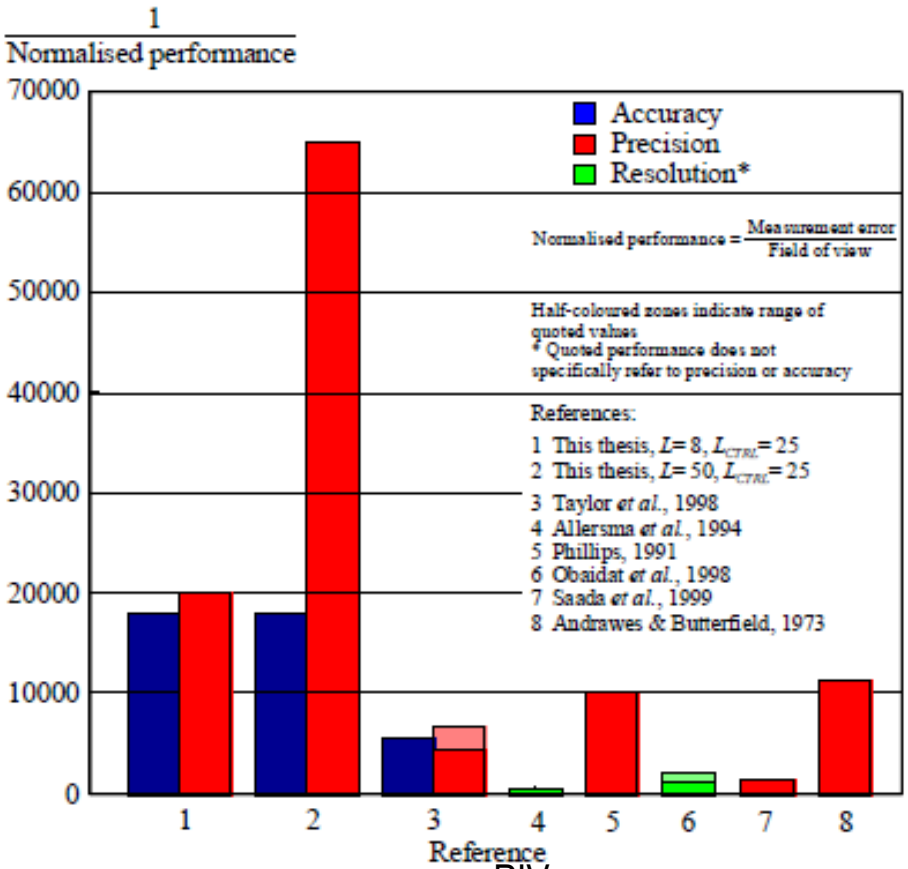

Рисунок 7. Сравнительная производительность метода PIV

ГЕОТЕК

Эксперимент №1. Штамп 70мм X 200мм

Таблица 1. Сводная таблица результатов эксперимента №1.

F, кПа	LVDT, мм	PIV, мм	Δ, мм
0	0	0	0
50	-2,43	-2,3	0,13
110	-5,11	-4,87	0,24
140	-7,78	-7,43	0,35
150	-11,24	-10,76	0,48

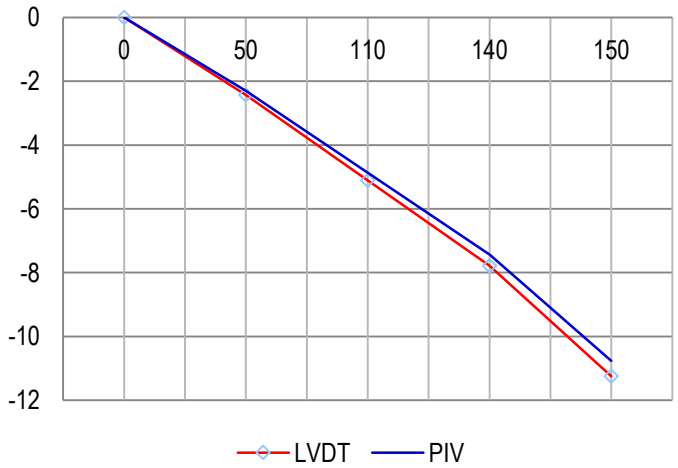

Рисунок 8. Вертикальное перемещение штампа, мм

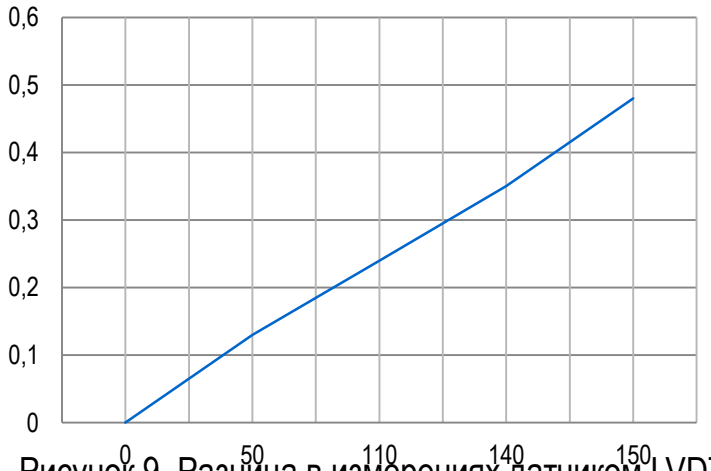

Рисунок 9. Разница в измерениях датчиком LVDT и методом PIV, мм

ГЕОТЕК

Эксперимент №1. Перемещения частиц грунта

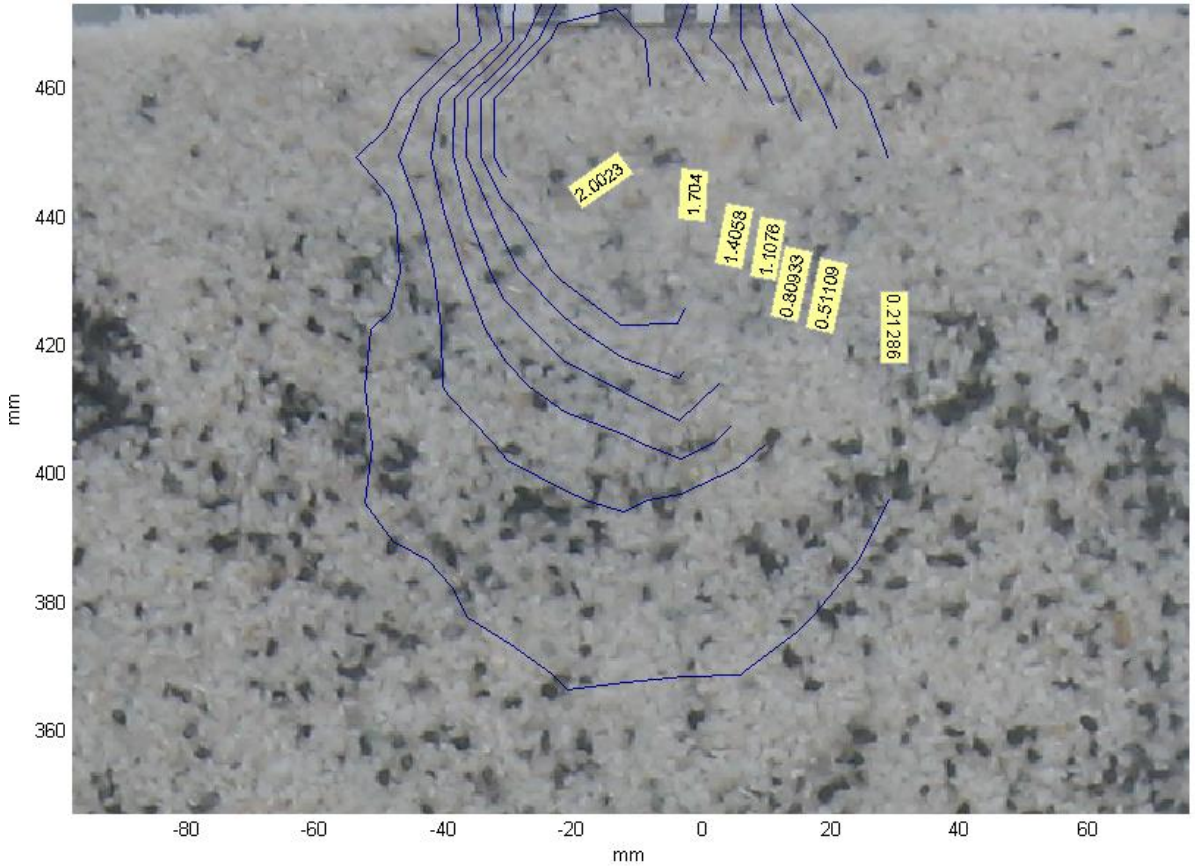

Рисунок 10. Изолинии вертикальных перемещений частиц грунта при осадке штампа 2,43 мм

Эксперимент №1. Перемещения частиц грунта

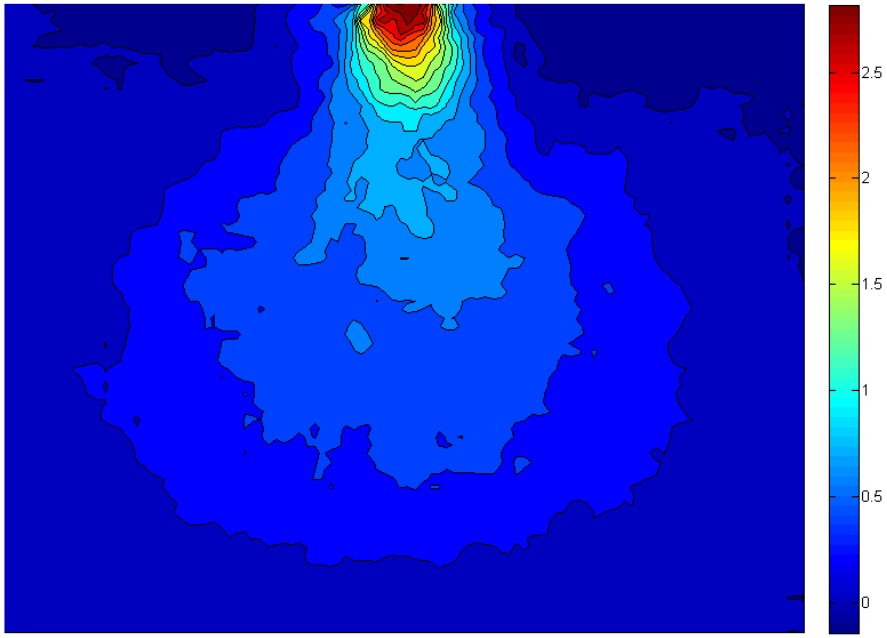

Рисунок 11. Изополя вертикальных перемещений частиц грунта в мм при осадке штампа 2.43 мм

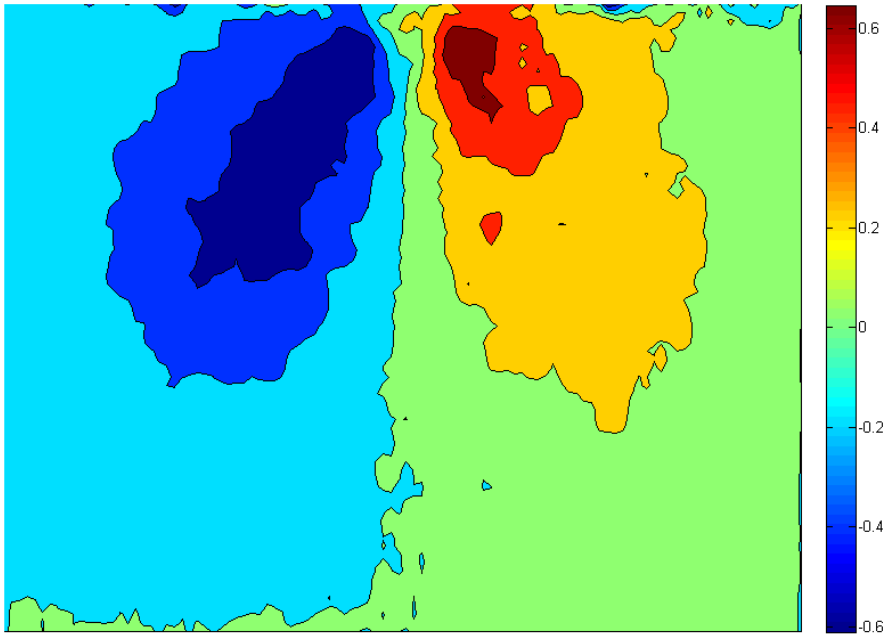

Рисунок 12. Изополя горизонтальных перемещений частиц грунта в мм

Эксперимент №2. 5 свай длиной 230 мм

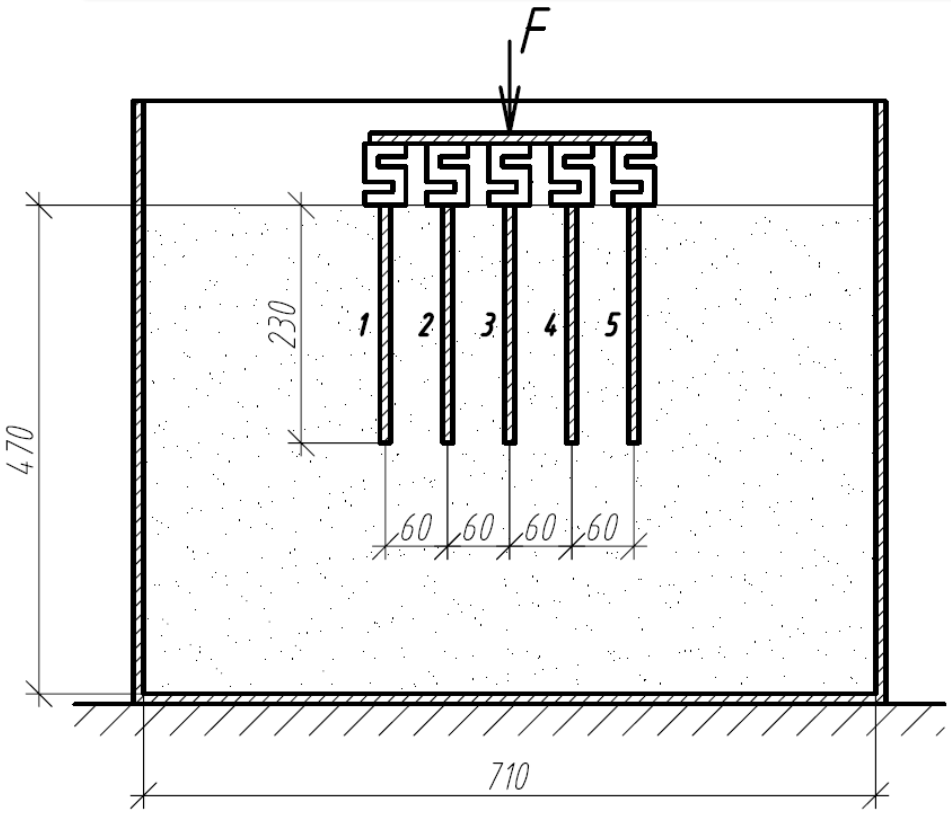

Рисунок 13. Схема эксперимента №2

Таблица 2. Сводная таблица результатов эксперимента №2.

Нагрузка	Усилия в сваях		Осадка сваи	
F, кгс	F1, кгс	F3, кгс	s1, мм	s3, мм
0	0	0	0	0
36	4,557	4,187	-	-
72	9,493	11,167	-	-
108	16,076	18,147	-	-
144	22,531	29,012	0,6	1,05
180	30,253	35,092	-	-
216	36,98	39,982	-	-
252	44,675	45,268	1,2	1,6

Эксперимент №2.

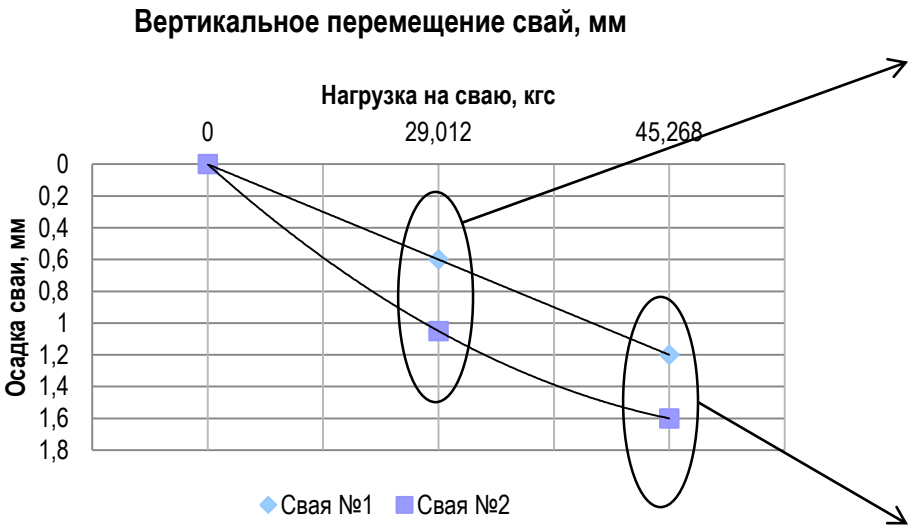

Рисунок 14. Осадки свай, полученные методом PIV, мм

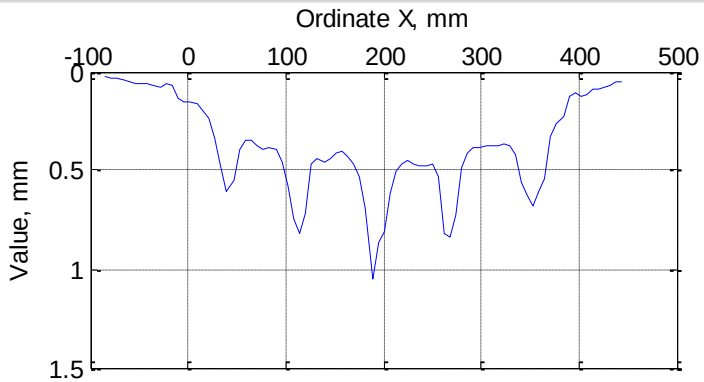

Рисунок 15. Перемещение частиц грунта под острием свай в мм при нагрузке 144 кгс

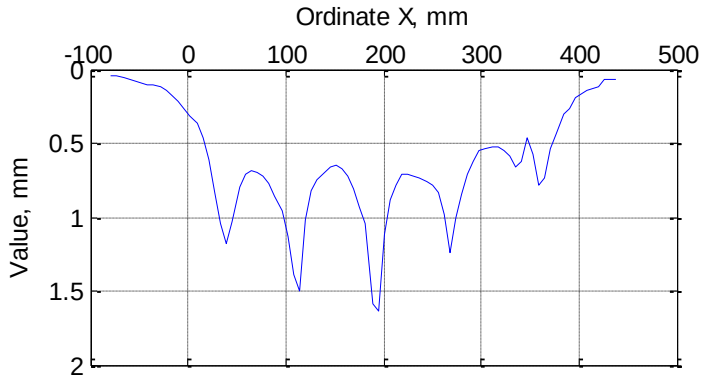

Рисунок 16. Перемещение частиц грунта под острием свай в мм при нагрузке 252 кгс

Эксперимент №2.

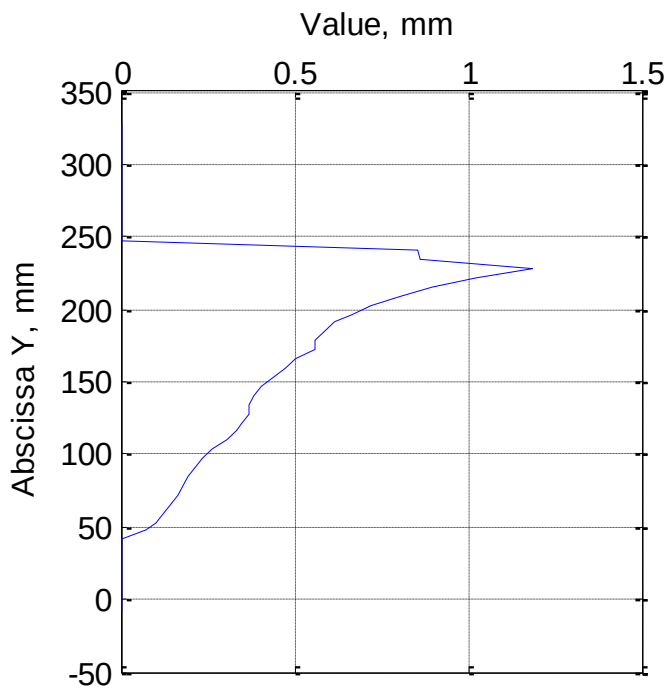

Рисунок 14. Развитие вертикальных перемещений частиц грунта под сваей №1 при нагрузке 252 кгс

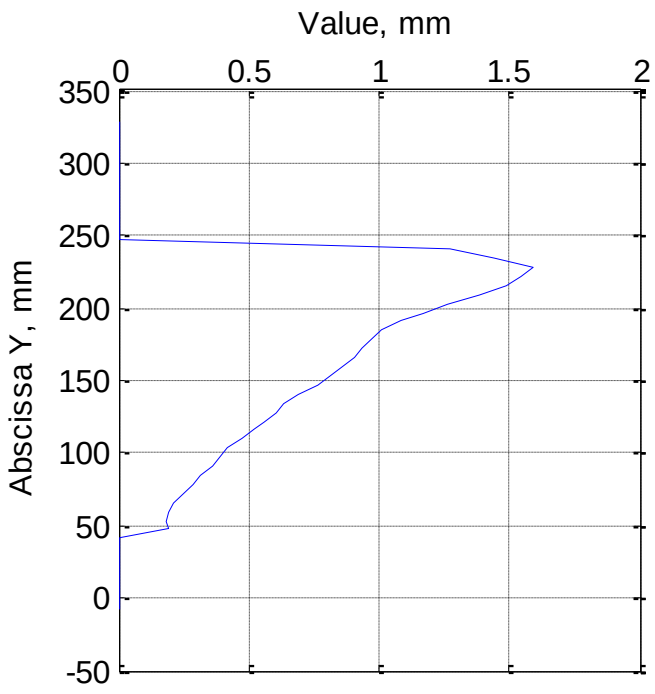

Рисунок 15. Развитие вертикальных перемещений частиц грунта под сваей №3 при нагрузке 252 кгс