

УДК 624.131.5

## **О ШАГЕ ЗАХВАТОК ПРИ УГЛУБЛЕНИИ ЛЕНТОЧНЫХ ФУНДАМЕНТНОВ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ**

**Хритин И.В.**

*Экспериментально-технологическое отделение НИИОСП  
им. Н.М. Герсевича, г. Москва, Россия*

В статье приведены результаты численного моделирования выполненного в экспериментально-технологическом отделении НИИОСП им. Н.М. Герсевича для определения зависимости шага (интервала) между одновременно выполняемыми захватками при углублении фундамента на дополнительные деформации реконструируемого здания.

The article presents the results of numerical simulations performed in the experimental-technological department NIIOSP a name. N.M. Gershevich to determine the dependence of the step (interval) between simultaneously running in bays at deepening the foundation for additional deformation of the reconstructed building.

### **Введение**

Увеличение глубины заложения фундамента – достаточно распространенный прием, позволяющий передать на основание дополнительную нагрузку, возникающую при реконструкции, в том числе с повышением этажности. Кроме того в практике строительства часто при реконструкции зданий выполняется устройство нового или углубление уже существующего подвала или цокольного этажа. При этом проектируемая отметка подвала зачастую оказывается ниже отметки заложения существующих фундаментов, в связи с чем возникает необходимость в их углублении.

Распространенным способом углубления ленточных фундаментов является подведение под них новых монолитных железобетонных элементов [1]. Подведение осуществляется поэтапно, последовательными или чередующимися захватками вдоль существующего фундамента. Шаг между одновременно выполняемыми захватками является важнейшим критерием при производстве работ, так как от него зависит трудоемкость и сроки выполнения работ. Чем чаще шаг захваток, тем ниже трудоемкость и короче сроки. Однако не менее важным фактором при выборе шага между захватками является необходимость ограничения дополнительных осадок реконструируемого здания. Подавляющее большинство этих зданий имеют не малый срок эксплуатации, а так же могут являться памятникам архитектуры, культуры или зданиям исторической застройки. Предельные дополнительные деформации фундаментов таких зданий, установлены [2] в пределах от 1 см до 5 см. В работе [3] рекомендован интервал между захватками равный пяти-шести захваткам без учета вида грунта основания.

В экспериментально-технологическом отделении НИИОСП им. Н.М. Герсевича сделана попытка проанализировать зависимость шага (интервала) между одновременно выполняемыми захватками при углублении фундамента на дополнительные деформации реконструируемого здания. Полученные результаты в виде таблиц и графиков помогут инженеру-конструктору дать предварительную оценку прогнозируемых деформаций здания в результате реконструкции и выбрать оптимальный шаг захваток, обеспечивающий дальнейшую нормальную эксплуатацию данного здания.

### **Постановка задачи**

Проанализировав спектр существующих геотехнических программ, для решения поставленной задачи был выбран программный комплекс PLAXIS 3D, позволяющий выполнить моделирование изменения НДС массива грунта под фундаментом в пространственной постановке на основании МКЭ.

3D модель включала в себя однородный массив грунта и ленточный фундамент шириной 1,0 м и глубиной заложения 2,0 м.

При моделировании рассмотрено углубление фундамента на 1,0 м подведением железобетонной ленты захватками шириной 1,0 м (рис. 1).

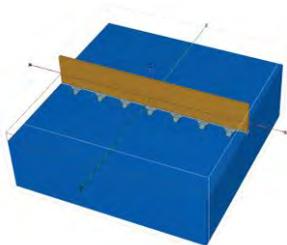


Рис. 1. Общий вид расчетной модели на этапе устройства захваток первой очереди с интервалом равным трем захваткам

Вычисление прогнозируемых осадок фундамента выполнено с учетом следующей последовательности производства работ:

- этап 1 – разработка грунта под подошвой фундамента для бетонирования захваток первой очереди с шагом 1–5 захваток;
- этап 2 – бетонирование захваток первой очереди;
- этап 3 – разработка грунта под подошвой фундамента для бетонирования захваток второй очереди с шагом 1–5 захваток;
- этап 4 – бетонирование захваток второй очереди;
- и так далее, в зависимости от интервала между одновременно выполняемыми захватками.

Грунтовой массив представлен простой и устойчивой нелинейной моделью грунта Кулона-Мора. В качестве основания фундамента рассмотрен диапазон суглинков в интервале от полутвердых до мягкопластичных с коэффициентами пористости 0,75, 0,85, 0,95. Прочностные и деформационные характеристики данных грунтов приняты по Приложению Б [2].

Для задания нагрузок (давления под подошвой фундамента) на основание углубляемого фундамента использовано два подхода. Первый подход предусматривал задание нагрузки в пределах значения расчетного сопротивления соответствующего грунта ( $p = R$  и  $p = 0,5R$ ), второй задание нагрузки равной фиксированным значениям ( $p = 100$  кПа,  $p = 200$  кПа,  $p = 300$  кПа).

### Полученные результаты

В результате численного многовариантного расчета получены зависимости дополнительных осадок фундаментов зданий в результате их углубления от интервала между одновременно выполняемыми захватками при различных характеристиках грунта основания и давлениях под подошвой данного фундамента.

Первый подход при задании нагрузки под подошвой фундамента показал, что: при давлениях  $p = 0,5R$  максимальная дополнительная осадка фундамента составит 0,8–1,4 см, минимальная – 0,6–0,9 см; при давлениях  $p = R$  максимальная дополнительная осадка фундамента составит 5,6–24,3 см, минимальная – 1,3–2,4 см (табл. 1). Минимальные значения осадок выявлены при интервале, между одновременно выполняемыми захватками, равном: при  $p = 0,5R$  – трем захваткам и более; при  $p = R$  – четырем захваткам и более. При данных интервалах между захватками наблюдается стагнация результатов вычисления и дальнейшего уменьшения значения осадок при увеличении интервала не происходит.

Таблица 1

Показатель текучести $I_L$	Интервал между захватками	Осадка фундамента (мм) при давлении $p = R$ и $p = 0,5R$ и коэффициенте пористости $e$ , равном					
		0,75		0,85		0,95	
		$p = 0,5R$	$p = R$	$p = 0,5R$	$p = R$	$p = 0,5R$	$p = R$
$0 \leq I_L \leq 0,25$	1	7,7	56	8,7	81	10	108
	2	5,8	21	6,4	24	7,1	28
	3	5,6	18	6,1	20	6,8	23
	4	–	17	–	19	–	21
	5	–	–	–	–	–	–
$0,25 < I_L \leq 0,5$	1	7,8	61	9,8	111	13	243
	2	5,9	20	6,8	26	8,6	35
	3	5,7	17	6,5	21	8,2	27
	4	–	16	–	19	–	24
	5	–	–	–	–	–	–
$0,5 < I_L \leq 0,75$	1	7,5	58	11	124	14	226
	2	5,5	17	7,6	24	9,4	29
	3	5,3	14	7,3	20	9	23
	4	–	13	–	18	–	21
	5	–	–	–	–	–	–

Таким образом, в рассмотренных грунтовых условиях прогнозируемые осадки в результате углубления фундаментов реконструируемых зданий захватками, выполняемыми с интервалом в 3-4 захватки, не превышают допустимых значений для зданий и сооружений исторической застройки при давлении под фундаментами в пределах  $0,5R$  и остальных зданий при давлении в пределах  $R$ .

Второй подход при заданной нагрузке под подошвой фундамента показал, что прогнозируемые дополнительные осадки имеют диапазон допустимых значений в следующих случаях (рис. 2–4).

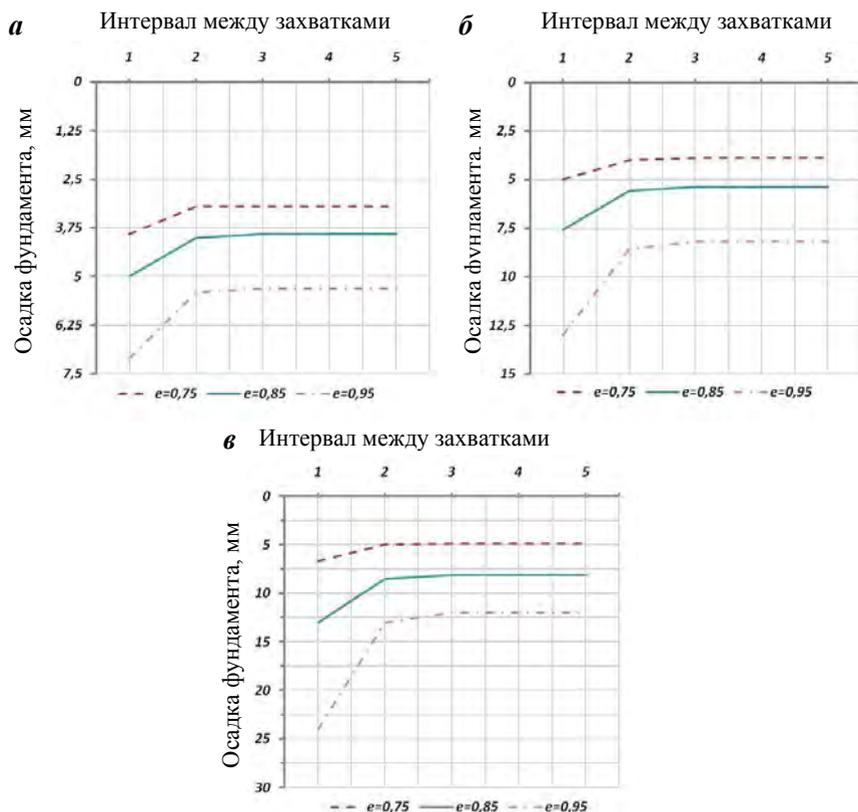


Рис. 2. Зависимость осадок фундаментов от интервала между захватками при давлении под подошвой  $p = 100$  кПа и основанием, сложенным суглинками: *а* – полутвердыми  $0 \leq I_L \leq 0,25$ ; *б* – пластичными  $0,25 < I_L \leq 0,5$ ; *в* – мягкопластичными  $0,5 < I_L \leq 0,75$

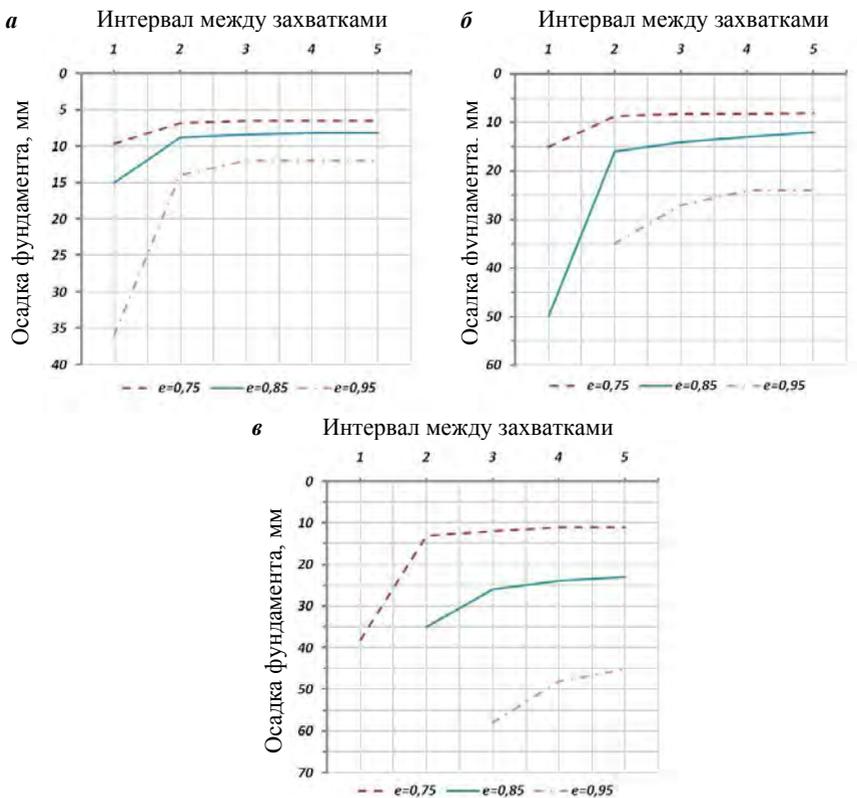


Рис. 3. Зависимость осадок фундаментов от интервала между захватками при давлении под подошвой  $p = 200$  кПа и основанием, сложенным суглинками: *а* – полутвердыми  $0 \leq I_L \leq 0,25$ ; *б* – пластичными  $0,25 < I_L \leq 0,5$ ; *в* – мягкопластичными  $0,5 < I_L \leq 0,75$

1. При давлении под подошвой фундамента  $p=100$ кПа:

- здания и сооружения исторической застройки – во всех рассмотренных грунтах за исключением мягкопластичного суглинка с коэффициентом пористости  $e=0,95$ ;
- остальные здания – для всех рассмотренных грунтов.

2. При давлении под подошвой фундамента  $p=200$ кПа:

- здания и сооружения исторической застройки – в тугопластичных суглинках при  $e = 0,75$  и  $e = 0,85$ , в пластичных суглинках при  $e = 0,75$ ;

- остальные здания – во всех рассмотренных грунтах за исключением мягкопластичного суглинка при  $e = 0,95$ .

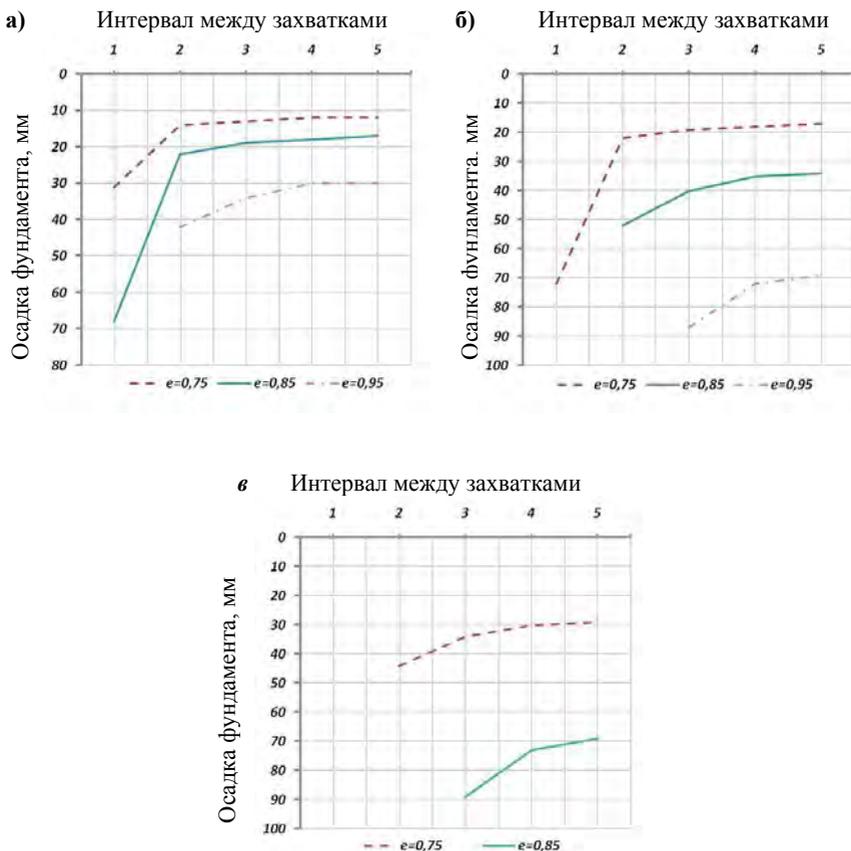


Рис. 4. Зависимость осадок фундаментов от интервала между захватками при давлении под подошвой  $p = 300$  кПа и основанием, сложенным суглинками:

*a* – полутвердыми  $0 \leq I_L \leq 0,25$ ; *б* – пластичными  $0,25 < I_L \leq 0,5$ ;

*в* – мягкопластичными  $0,5 < I_L \leq 0,75$

### 3. При давлении под подошвой фундамента $p = 300$ кПа:

- здания и сооружения исторической застройки – превышение предельных значений во всех рассмотренных грунтах;

• остальные здания – в суглинках полутвердом, пластичном при  $e = 0,75$  и  $e = 0,85$ , в мягкопластичном при  $e = 0,75$ .

Следует обратить внимание на то, что полученные данные не учитывают динамические воздействия от строительных механизмов и изменение температурно-влажностного режима грунта основания. Таким образом, реальные значения дополнительных осадок фундаментов могут отличаться в большую сторону.

### **Заключение**

Результаты численного многовариантного расчета позволили дать количественную оценку прогнозируемых дополнительных осадок реконструируемых зданий от углубления их фундаментов в зависимости от грунтовых условий, давления под подошвой и шага между одновременно выполняемыми захватками.

Получены данные о наиболее оптимальном интервале между одновременно выполняемыми захватками, равном 3–4 их длинам.

Установлено, что при углублении фундаментов захватками, дополнительные осадки реконструируемых зданий, окажутся в пределах допустимых [2] для зданий исторической застройки и памятников архитектуры при давлениях под подошвой фундаментов в пределах  $0,5R$ , а для остальных типов зданий при давлении не более  $R$ . Если давление под фундаментом превышает  $R$  (для зданий исторической застройки  $0,5R$ ), углубление фундаментов возможно только при их усилении сваями или разгрузке на время работ.

### **Литература**

1. Коновалов, П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий / П.А. Коновалов. – М. : ВНИИЭТПИ, 2000.

2. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. – М.: МРР РФ, 2011.

3. Иванов, И.Т. Усиление оснований, фундаментов и стен жилых зданий / И.Т. Иванов. – М. : Издательство министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1955.

4. PLAXIS 3D 2010. Руководство пользователя / под ред. R.V.J. Brinkgreve. – Нидерланды : Дельфтский технологический университет, 2010.