Источник: Сеськов, В.Е. Реконструкция фундаментов под стекловаренную печь и регенераторы СЗАО «Гомельский стеклотарный завод» / В.Е. Сеськов, В.Н. Лях, В.Ф. Семенов // Проблемы современного бетона и железобетона : сб. науч. тр. / Ин-т БелНИИС; редкол.: М. Ф. Марковский [и др.]. – Минск, 2012. – Вып. 4. – С. 142-151.

Сеськов В.Е., канд. техн. наук, доцент, лауреат премий Совета Министров БССР и Беларуси, заведующий научно-исследовательским отделом, РУП «Институт БелНИИС», г. Минск

Лях В.Н., зам. заведующего научно-исследовательским отделом, заведующий лабораторией, РУП «Институт БелНИИС», г. Минск

Семенов В.Ф., заведующий отделом, ОДО «Строительная компания «СНД»», г. Гомель

РЕКОНСТРУКЦИЯ ФУНДАМЕНТОВ ПОД СТЕКЛОВАРЕННУЮ ПЕЧЬ И РЕГЕНЕРАТОРЫ СЗАО «ГОМЕЛЬСКИЙ СТЕКЛОТАРНЫЙ ЗАВОД»

FOUNDATIONS RECONSTRUCTION FOR USAGE AS GLASS FURNACE AND REGENERATOR AT "GOMELSKI STEKLOTARNY ZAVOD" JOINT STOCK COMPANY

Аннотация

В статье приведен опыт материалосберегающей реконструкции фундаментов под объекты СЗАО «Гомельский стеклотарный завод», сопровождаемой уменьшением расхода материалов конструкций фундаментов (бетона и арматуры) за счет упрочнения их грунтовых оснований.

Abstract

The article shows implementation of material-saving foundations reconstruction for usage as facilities of "Gomelski Steklotarny Zavod" Joint Stock Company. The reduction of foundations structures material application (concrete and reinforcement) is caused by strengthening of foundation beds in the process of reconstruction.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство объектов СЗАО «Гомельский стеклотарный завод» осуществлялось в 2007—2008 годах для самообеспечения потребностей Республики Беларусь стеклотарной продукцией (бутылки, банки и т.п.) с целью экономии валютных денежных и материальных ресурсов.

Заказчиком строительства являлся СЗАО «Гомельский стеклотарный завод» (Республика Беларусь), инвестором — Австрийско-Белорусская холдинговая компания АТЕС, проектными организациями — ООО «ПТИ стекла и фарфора» (Республики Украина), институт

«Ленгипростекло» (Российская Федерация) и РУП «Оргтехстром» (Республика Беларусь), подрядчиком выступало ОДО «Строительная компания «СНД».

Объекты СЗАО «Гомельский стеклотарный завод» расположены на производственных площадях ОАО «Гомельстекло» в р.п. Костюковка Гомельского района.

По инициативе Заказчика специалистами РУП «Институт БелНИИС» на основании имеющегося опыта [1] была осуществлена корректировка проекта реконструкции фундаментов под стекловаренную печь и регенераторы в цеху армированного и узорчатого стекла с целью экономии материально-технических ресурсов (уменьшение объема конструкций фундаментов).

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ БАЗОВОГО ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ

Существующий фундамент под демонтированную стекловаренную печь представлял собой сплошную железобетонную плиту из монолитного бетона толщиной 0,6 м.

Вскрытие существующей плиты, произведенное Заказчиком, показало, что фактическое армирование отличалось от проекта. В частности, верхняя арматура была представлена арматурными стержнями диаметром 25 мм AIII с шагом 250 мм, а нижняя — стержнями диаметром 18 мм AIII с шагом 250 мм.

При устройстве новых фундаментов проектом было предложено использовать существующий фундамент плиты демонтированной стекловаренной печи, который должен был быть включен в состав проектируемых фундаментных плит (под новую стекловаренную печь и регенераторы) толщиной 0,9 м.

Новые фундаменты больше старых, поэтому предлагалось разрезать существующую фундаментную плиту под демонтированную печь и увеличить ее толщину на 0,3 м путем армирования и бетонирования дополнительной плиты, идущей поверх существующей и жестко связанной с ней. В местах уширения существующей плиты устраивались консоли толщиной 0,9 м из армированного бетона с приваркой к нижней арматуре существующей плиты, к верхней арматуре — дополнительной плиты.

Следует отметить, что расчетная схема консолей не учитывала взаимодействие их подошвы с грунтовым основанием.

Получались два отдельно стоящих фундамента толщиной 0,9 м:

— под стекловаренную печь с размером в плане 18,84×9,4 м (ПМ1);

— под регенераторы с размерами в плане 13,41×8,65 м (ПМ2).

Давление по подошве плит ПМ1 и ПМ2 — одинаковое и составляло ≈ 0,095 МПа.

Отметка заложения низа фундаментных плит составляла — 2.800 м. Абсолютная отметка 0,000 составляла 139.200 м.

Конструктивное решение по базовому варианту приведено на рисунках 1 и 2*а*.

К недостаткам такого решения, наряду с материалоемкостью, следует отнести весьма возможные неравномерные осадки (крен) запроектированных плит в сторону консолей вследствие того, что существующая плита уже находилась под нагрузкой, и ее осадки уже произошли.

Это связано с тем, что:

— изменяется величина нагрузки и схема ее приложения; место приложения равнодействующей нагрузки смещается в сторону консолей;

— не учитывается сопротивление грунта под консолью;

— изменяются размеры существующей плиты: она разрезается на две независимые друг от друга плиты.

АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПЛОЩАДКИ

Неблагоприятные физико-геологические процессы не были установлены.

Площадка была занята промышленной застройкой.

В геологическом строении участка изысканий в пределах глубины исследований (до 10,0 м) принимали участие следующие геолого-генетические типы четвертичных отложений:

— техногенные отложения голоценового горизонта (th IV);

— флювиогляциальные отложения сожского горизонта (f II sz^s);

— моренные отложения днепровского горизонта (g II d);

— внутриморенные отложения днепровского горизонта (in g II d).

Техногенные отложения были вскрыты повсеместно и представлены переслаиванием песка пылеватого с супесью темно-серого цвета с включениями щебня, битого кирпича и др. строительного мусора. Суммарная мощность отложений — от 1,20 до 4,20 м.

Флювиогляциальные отложения были представлены песками пылеватыми и супесями пластичной консистенции желтого и серого цвета. Мощность отложений — от 0,30 до 2,40 м.

Моренные отложения были представлены супесями пластичной консистенции бурого цвета, с включениями гравия и гальки до 15%. Мощность отложений — от 0,90 до 8,70 м.

Внутриморенные отложения были представлены песками пылеватыми желто-бурого цвета. Мощность отложений — от 2,20 до 2,50 м.

На участке изысканий было вскрыто 2 типа подземных вод (верховодка и подземные воды спорадического характера).

Данные инженерно-геологических изысканий, произведенных в 80-х годах XX столетия при проектировании существующей плиты демонтированной стекловаренной печи свидетельствовали (данные проекта), что непосредственно под подошвой существующей плиты залегают супеси маловлажные с характеристиками $\varphi_н = 24°$; $c_н = 0{,}01$ МПа; $E = 10$ МПа; $R_н = 0{,}2$ МПа.

Нормативные и расчетные значения характеристик грунтов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Нормативные и расчетные значения характеристик грунтов

№ ИГЭ	Наименование грунта	Коэффициент пористости	Плотность, г/см³			Удельное сцепление, кПа			Угол внутреннего трения, град.			Модуль деформации, МПа	Удельное сопротивление, q_s, МПа
			$\rho_н$	ρ_2	ρ_1	$C_н$	C_2	C_1	$\varphi_н$	φ_2	φ_1		
Техногенные отложения — th IV													
1	Насыпной грунт	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,36
Флювиогляциальные отложения — f II sz													
2	Песок пылеватый средней прочности	0,68	1,72	1,72	—	3	3	2	28,3	28,3	25,7	12,6	3,29
3	Супеси средней прочности	0,70	1,93	1,93	-	12	12	8	19,3	19,3	16,7	8,2	1,42
Моренные отложения — g II d													
4	Супеси прочные	0,44	2,14	2,13	2,12	32	32	21	27,1	27,1	23,6	17,0	3,25
5	Супеси средней прочности	0,50	2,08	2,08	2,07	26	26	17	26,8	26,8	23,3	9,3	1,79
Внутриморенные отложения — in g II d													
6	Песок пылеватый средней прочности	0,68	1,76	1,76	—	3	3	2	28,5	28,5	25,9	13,0	3,48
7	Песок пылеватый водонасыщенный средней прочности	0,70	1,98	1,98	—	3	3	2	27,1	27,1	24,6	8,6	2,55

Анализ инженерно-геологических условий свидетельствует, что имелась возможность включить в работу грунтовое основание под уширяемыми частями существующей фундаментной плиты и за счет этого уменьшить материалоемкость фундаментов.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДЛОЖЕННОГО ВАРИАНТА РЕКОНСТРУКЦИИ ФУНДАМЕНТОВ

Предлагаемый вариант устройства фундаментов состоял в том, чтобы вместо устройства двух новых плит толщиной 0,9 м возвести две новые плиты толщиной 0,6 м за счет разделения (разреза) и уширения существующей плиты.

Размеры новых плит в плане по обоим вариантам (базовому и предлагаемому) одинаковы.

Уширение существующей плиты осуществлялось путем оголения ее арматуры не менее чем на 0,70 м, соединения арматуры существующей плиты с арматурой уширений и бетонирования этих уширений.

При этом под уширениями плиты устраивали уплотненную щебеночную подготовку толщиной 0,4 м, а по ней — бетонную подготовку толщиной 0,1 м.

Такое решение позволило значительно улучшить характеристики грунтового основания под уширениями и компенсировать возможные неравномерные осадки между существующей частью плиты и новыми уширениями.

Предлагаемое техническое решение приведено на рисунках 1; 2*б* и 3.

Преимущество такого решения было обусловлено механизмом взаимодействия фундаментной плиты с грунтовым основанием, а именно:

— существующая часть плиты находилась под нагрузкой, и осадки этой части плиты от существовавших нагрузок уже произошли. При этом произошло сжатие и уплотнение грунта под плитой;

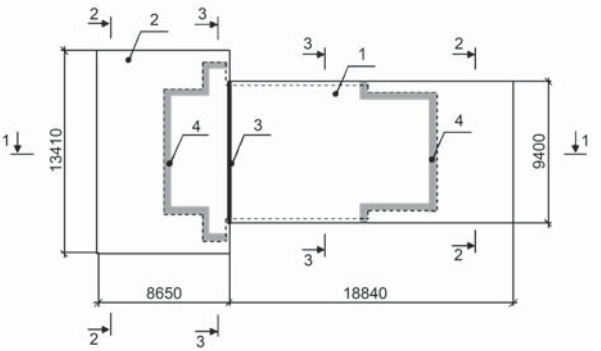

Рисунок 1. План-схема реконструкции фундаментной плиты (пунктиром обозначены контуры существующей фундаментной плиты): 1 — фундаментная плита под стекловаренную печь (ПМ1), 2 — то же под регенераторы (ПМ2), 3 — деформационный шов между плитами ПМ1 и ПМ2, 4 — участки оголения арматурного каркаса существующей фундаментной плиты.

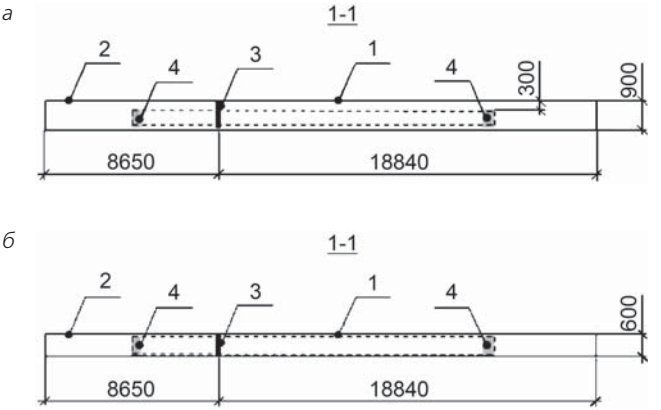

Рисунок 2. Разрез 1-1 и схема реконструкции фундаментной плиты (пунктиром обозначены контуры существующей фундаментной плиты): *а* — базовое проектное решение, *б* — предложенное и реализованное проектное решение; 1, 2, 3, 4 — обозначения те же, что и на рис. 1.

— под уширяемыми частями плиты искусственно производилось подобное сжатие и уплотнение грунта за счет устройства уплотненной щебеночной подготовки;

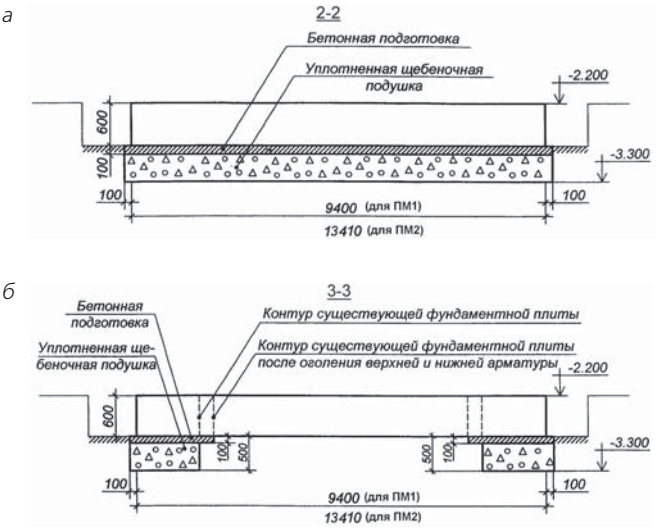

Рисунок 3. Разрезы и схемы устройства уплотненной щебеночной подготовки и уширений фундаментных плит (расположение разрезов 2—2 и 3—3 приведено на рис. 1).

— таким образом, плотность грунтового основания под существующей и расширяемой частью плиты проектировалась одинаковой, также как и новые нагрузки на эти плиты. Следовательно, и новые осадки существующей и расширяемой частями плиты должны были быть одинаковыми.

ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ФУНДАМЕНТОВ

Технология уплотнения основания под уширяемыми частями существующей плиты была разработана с учетом требований действующих ТНПА [2] и состояла в следующем:

— в местах уширений плит производилась отрывка котлована глубиной 0,5 м ниже отметки существующей плиты. Габариты котлована должны были быть больше габаритных размеров уширений плиты не менее чем на 0,1 м;

— производилась отсыпка первого слоя щебня толщиной не менее 0,2 м с уплотнением этого слоя и нижележащего подстилающего грунта ударным динамическим методом с применением гидромолотов. Количество ударов гидромолота по одному следу — не менее 10 раз;

— производилась отсыпка второго слоя щебня толщиной 0,2 м и уплотнение его виброуплотнением с применением ручных вибротрамбовок. Количество проходов вибротрамбовки по одному следу — не менее 10 раз;

— после оголения арматуры существующей плиты производилось повторное уплотнение щебня ручными вибротрамбовками с количеством проходов по одному следу — не менее 5 раз.

После окончания уплотнения щебеночной подготовки производился контроль качества уплотнения основания и щебеночной подготовки с определением фактических характеристик грунтов как под уширяемой, так и под существующей частью плиты. После этого выдавалось разрешение на дальнейшее производство работ.

Производилось устройство бетонной подготовки под уширяемые части плит, армирование и бетонирование уширений фундаментных плит.

Схема устройства уплотненной щебеночной подготовки и уширений фундаментных плит приведена на рис. 3.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК, РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ ОСНОВАНИЯ ПОД РЕКОНСТРУИРУЕМЫМИ ФУНДАМЕНТАМИ И КОРРЕКТИРОВКА ПРОЕКТА КОНСТРУКЦИЙ ФУНДАМЕНТОВ

Методы исследования характеристик грунтов и их основные результаты приведены в таблице 2. Все исследования производились в соответствии с действующими ТНПА [3—6].

Таблица 2

Результаты полевых исследований характеристик грунтовых оснований

Участок испытаний грунтов	Метод полевых испытаний грунтов					
	динамическое зондирование легкими забивными зондами				статическое нагружение штампом, площадью 2500 см² (для ПМ1) и 600 см² (для ПМ2)	
	глубина зондирования, *h*, м	среднее значение характеристик грунтов			интервалы вертикального давления на грунты, МПа	среднее значение модуля деформации, МПа
		угол внутреннего трения, град.	удельное сцепление, МПа	модуль деформации		
Под подошвой существующей части плиты ПМ1	0,0<*h*≤0,5 0,5<*h*≤2,0	28,0 29,0	0,0360 0,00360	24,0 17,2	—	—
	>2,0	без изменений, согласно результатам ИГИ				
Под подошвой уширяемой части плиты ПМ1	0,0<*h*≤0,5 0,5<*h*≤2,0	27,5÷28,0 29,0	0,0355 0,00365	24,2 17,7	0,10—0,00 0,15—0,00 0,25—0,05	50,8 70,3 77,7
	>2,0	без изменений, согласно результатам ИГИ				
Под подошвой существующей части плиты ПМ2	0,0<*h*≤0,5 0,5<*h*≤2,0	28,0 28,5	0,0360 0,00335	25,0 15,5	—	—
	>2,0	без изменений, согласно результатам ИГИ				
Под подошвой уширяемой части плиты ПМ2	0,0<*h*≤0,5 0,5<*h*≤2,0	27,5 28,0	0,0323 0,0293	21,5 14,0	0,60—0,10	89,5
	>2,0	без изменений, согласно результатам ИГИ				

Примечание. В тексте таблицы принято следующее сокращение: ИГИ — инженерно-геологические изыскания, выполненные ООО «Антел» в 2006 году (объект 2006/78/11-1-КЖ).

Точки исследования грунтовых оснований располагались как под уширениями, так и под существующей фундаментной плитой.

Анализ результатов испытаний показал, что при устройстве и уплотнении щебеночной подготовки характеристики подстилающего ее грунтового основания улучшились и практически сравнялись с характеристиками грунтового основания под существующей плитой.

Среднее значение показателя динамического зондирования грунтов под существующей плитой и уплотненной щебеночной подготовкой различалось не более чем на 10%, что находится в пределах погрешности точности измерений.

Среднее значение модуля деформации грунтового основания под существующей плитой и уплотненной щебеночной подготовкой различалось не более чем на 2—3 МПа.

Значение модуля деформации материала уплотненной щебеночной подушки, определенное путем статического нагружения грунтов штампом, составляло не менее 50 МПа в диапазоне давлений от 0,1 до 0,6 МПа.

Таким образом, с учетом характеристик уплотненной щебеночной подушки, средневзвешенное значение модуля деформации грунтового основания до глубины 1,8—2,0 м и под существующей плитой и под новыми уширениями было идентично и находилось в диапазоне ≈19—21 (МПа).

Давление по подошве фундаментных плит ПМ1 и ПМ2 по сравнению с базовым вариантом практически не изменилось и составило ≈0,09 МПа.

Основные результаты расчета деформаций оснований приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты расчета деформаций грунтовых оснований от действующих нагрузок после реконструкции

Наименование фундаментных плит	Расчетное значение (с учетом взаимного влияния плит ПМ1 и ПМ2)			Предельно-допустимое значение (по СНБ 5.01.01-99)	
	абсолютной осадки, мм	максимальной разности осадок, мм	относительной неравномерной осадки (крена)	средней максимальной осадки, мм	относительной разности осадок
ПМ1	3,0—3,5	2,6—3,0	0,00015	120	0,002
ПМ2	8,5—9,0	5,0—5,6	0,00040	150	0,002

Анализ полученных результатов свидетельствует, что они полностью удовлетворяют требованиям действующих ТНПА [7].

Корректировка чертежей конструкций фундаментов была осуществлена на основании проведенных исследований фактических характеристик грунтов несущего слоя основания в соответствии с действующими ТНПА [8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Построено и в срок сдано в эксплуатацию предприятие по производству стеклотарной продукции, одно из двух (другое — в п. Елизово), которые полностью обеспечивают производственные потребности Республики Беларусь.

Эксплуатация производственных мощностей производится с 2007 г. в штатном режиме при достаточной надежности эксплуатации реконструированных фундаментов под оборудование.

При реконструкции фундаментов под стекловаренную печь и регенераторы была уменьшена материалоемкость конструкций этих фундаментов на 88 м^3 бетона и около 20 тн арматуры по сравнению с базовым проектным решением за счет упрочнения грунтовых оснований под уширяемыми частями (участками).

Список цитированных источников

1. *Сеськов, В.Е.* Технология уплотнения грунтов оснований зданий и сооружений вибродинамическими методами / В.Е. Сеськов, В.Н. Лях. — Минск, БелНИИС, 1997. — 61 с.
2. Проектирование и устройство оснований из насыпных, малопрочных и слабых грунтов, уплотненных вибродинамическим методом: Пособие П5-2000 к СНБ 5.01.01-99. — Введ. 01.01.2002. — Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2001. — 29 с.
3. Прочностные и деформационные характеристики грунтов по данным динамического зондирования. Правила определения: ТКП 45-5.01—17-2006. — Введ. 01.07.06. — Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2006. — 23 с.
4. Контроль качества уплотнения грунтов при возведении земляных сооружений: Пособие П12-2000 к СНБ 5.01.01-99. — Введ. 01.01.2002. — Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2002. — 62 с.
5. Зонд забивной. Технические условия: СТБ 1241-2000. — Введ. 01.07.01. — Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2001. — 11 с.
6. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости: ГОСТ 20276-99. — Введ. 01.07.01. — Минск: МНТКС, 2001. — 56 с.
7. Основания и фундаменты зданий и сооружений: СНБ 5.01.01-99. — Введ. 01.07.99. — Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 1999. — 36 с.
8. Бетонные и железобетонные конструкции: СНБ 5.03.01-02. — Введ. 01.07.03. — Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2003. — 144 с.

Получено 30.10.12 г.