Тема: Обґрунтування ефективності методів посилення фундаментів будівель в ґрунтових умовах Запорізького району

Актуальність дослідження зумовлена складними інженерно-геологічними умовами Запорізького району, де поширені просадочні лесові ґрунти, що спричиняють нерівномірні осідання та деформації фундаментів будівель. Інтенсивна реконструкція існуючої забудови, зміна гідрогеологічного режиму та зростання експлуатаційних навантажень підвищують ризики аварійності, що потребує застосування ефективних сучасних методів підсилення основ. Традиційні технології часто виявляються малоефективними в таких умовах, тому важливим є наукове обґрунтування оптимальних технологічних рішень для підвищення надійності та довговічності фундаментів у регіоні.

Мета роботи - *науково обґрунтувати ефективність сучасних технологій підсилення фундаментів будівель у специфічних ґрунтових умовах Запорізького району та визначити критерії раціонального вибору методів посилення для практики реконструкції та відновлення споруд.*

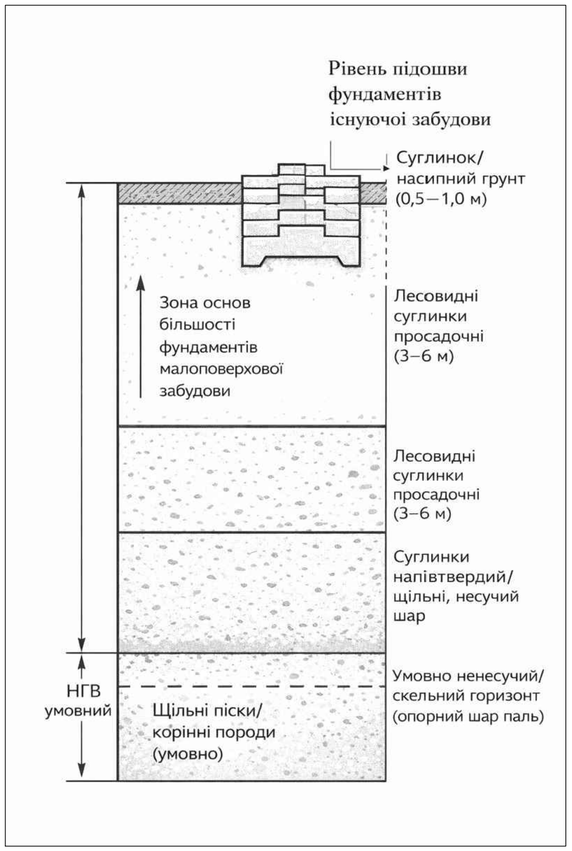
Завдання роботи

1. *Проаналізувати геологічні, інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови Запорізького району, що впливають на роботу фундаментів.*
2. *Дослідити основні причини деформацій фундаментів та передумови необхідності їх підсилення.*
3. *Виконати порівняльний аналіз традиційних та сучасних технологій підсилення фундаментів у просадочних ґрунтах.*
4. *Оцінити ефективність буроін'єкційних, ґрунтозмішувальних та струменевих методів для умов лесових товщ.*
5. *Надати рекомендації щодо вибору оптимального методу підсилення залежно від інженерно-геологічних умов, властивостей ґрунтів та типу будівлі.*
6. *Сформулювати загальні висновки щодо доцільності впровадження сучасних технологій підсилення в будівельну практику регіону.*

Об'єкт дослідження - *фундаменти та ґрунтові основи будівель, що експлуатуються в умовах просадочних лесових ґрунтів Запорізького району.*

Предмет дослідження - *методи підсилення фундаментів, їх конструктивні та технологічні особливості, ефективність та область застосування у просадочних ґрунтах.*

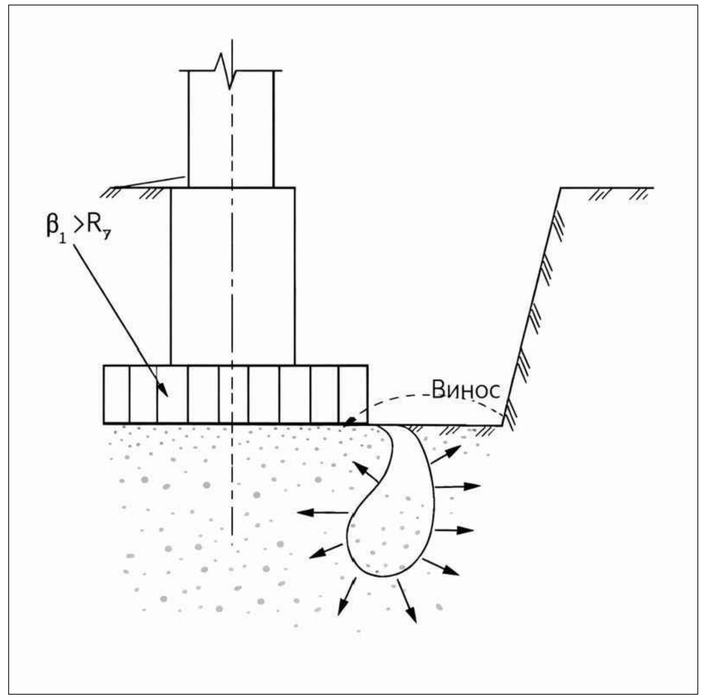
					ІННІ ім. Потебні ЗНУ ПЦБ КРМ			
					Обґрунтування ефективності методів посилення фундаментів будівель в ґрунтових умовах Запорізького району			
Зм.	Лист	N документу	Підпис	Дата				
Зав. каф.		Арутюнян І.А.			Вступна частина	Літера	Лист	Листів
Н. контр.		Данкевич Н.О.				КРМ	1	8
Керівник		Мішук К.М.						
Дипломн.		Петров С.М.			Актуальність, мета	8.1924–ПЦБ		



Узагальнений інженерно-геологічний розріз ґрунтів



Схематична залежність деформацій лесових ґрунтів від ступеня зволоження



Можливий випір ґрунту при відкопуванні траншеї до підошви існуючого фундаменту (при підсиленні з використанням традиційних технологій)

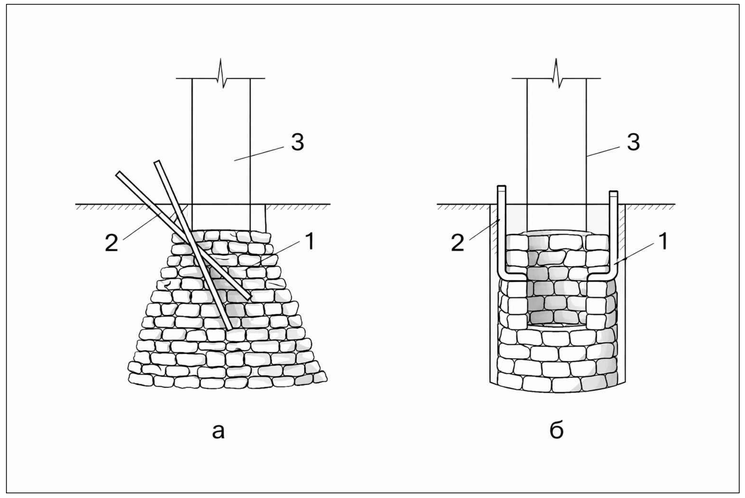
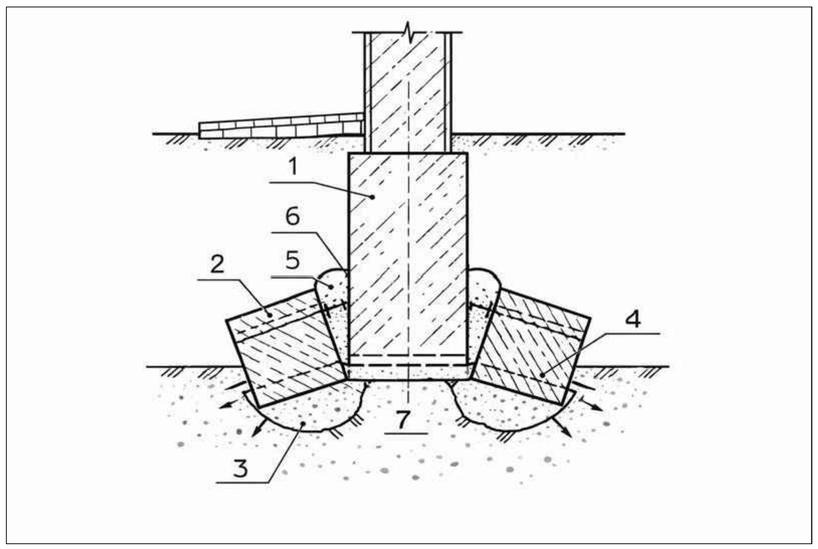


Схема закріплення фундаментів цементацією:

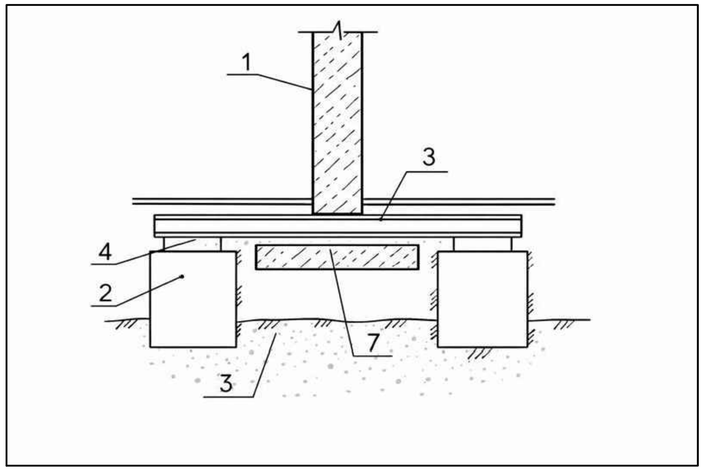
а) за допомогою ін'єкторів; б) за допомогою трубок;

1 - підсилюваний фундамент; 2 - ін'єктори (трубки); 3 - наявні конструкції



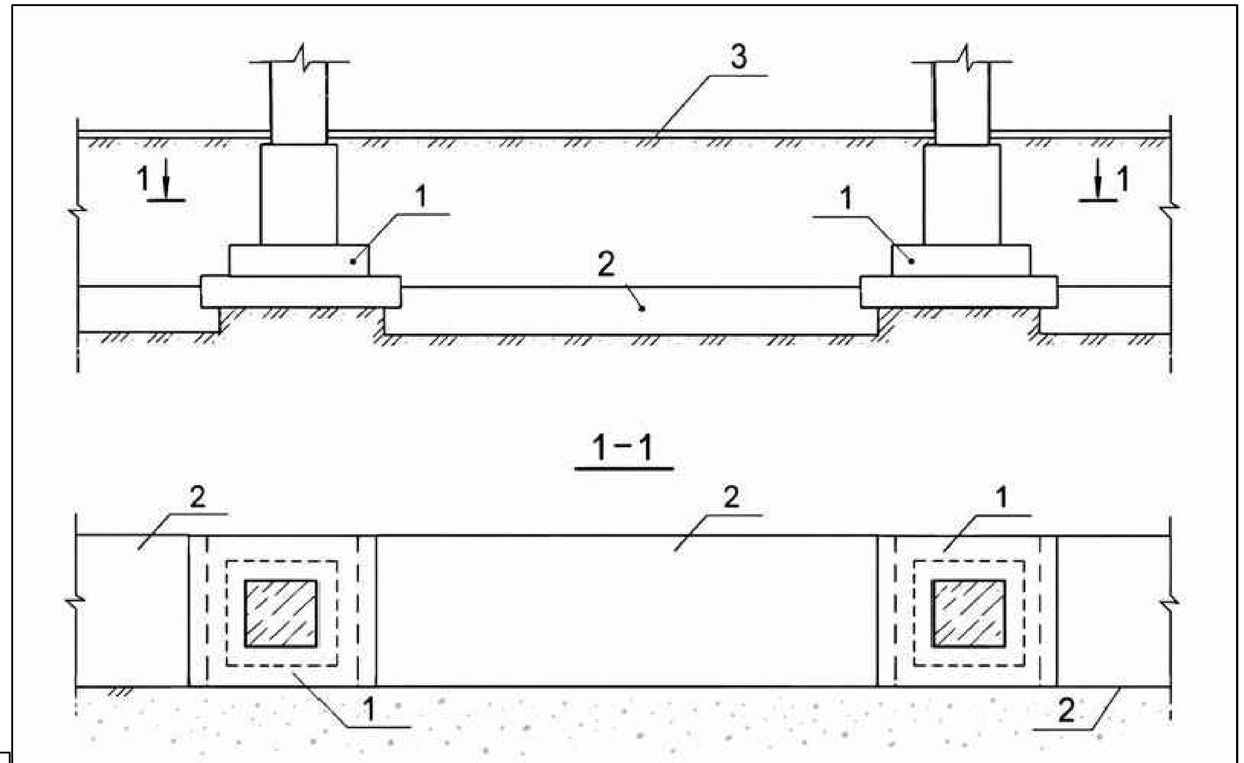
Збільшення опорної частини збірними елементами з обтисканням ґрунту основи

					ІННІ ім. Потебні ЗНУ ПЦБ КРМ		
					Обґрунтування ефективності методів посилення фундаментів будівель в грунтових умовах Запорізького району		
Зм.	Лист	№документу	Підпис	Дата			
Зав. каф.		Арутюнян І.А.			Літера	Лист	Листів
Н. контр.		Данкевич Н.О.			Розділ 1	КРМ	2	8
Керівник		Мшук К.М.					
Дипломн.		Петров С.М.			Схеми та рисунки	8.1924–ПЦБ	



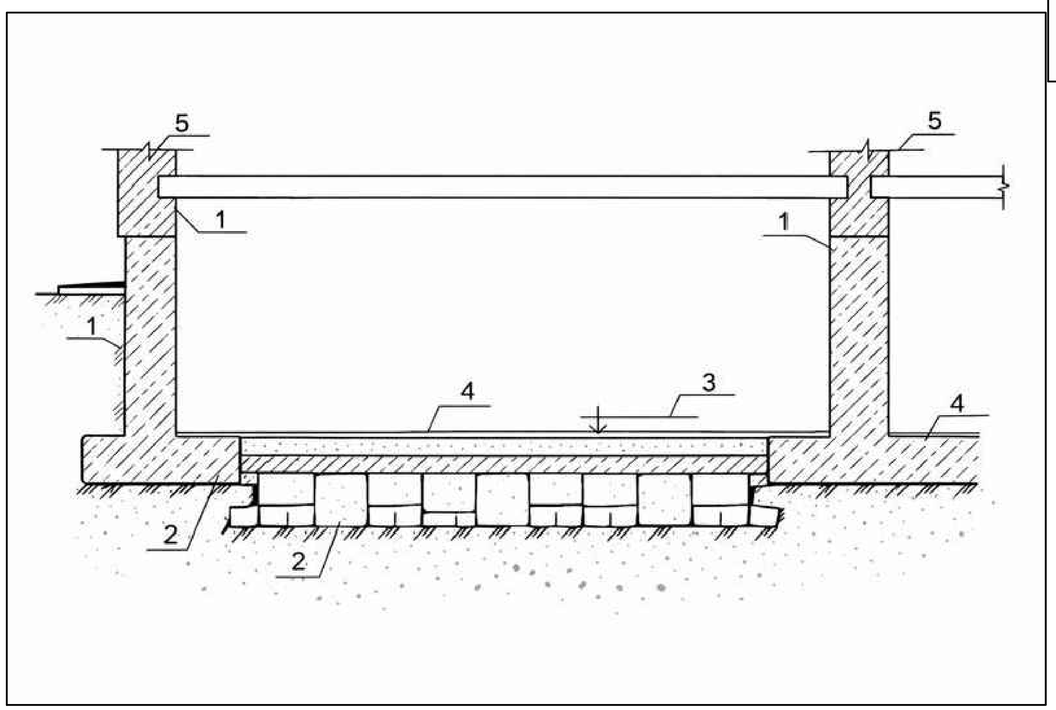
Підведення нових елементів з ослабленням фундаментної стіни.

1 - монолітний стрічковий фундамент; 2 - додаткові опори - фундаменти; 3 - металеві балки підсилення; 4 - підкладки; 5 - відмітка підлоги підвалу; 6 - шар ґрунту з найбільшою несучою здатністю; 7 - отвір в фундаменті стіни



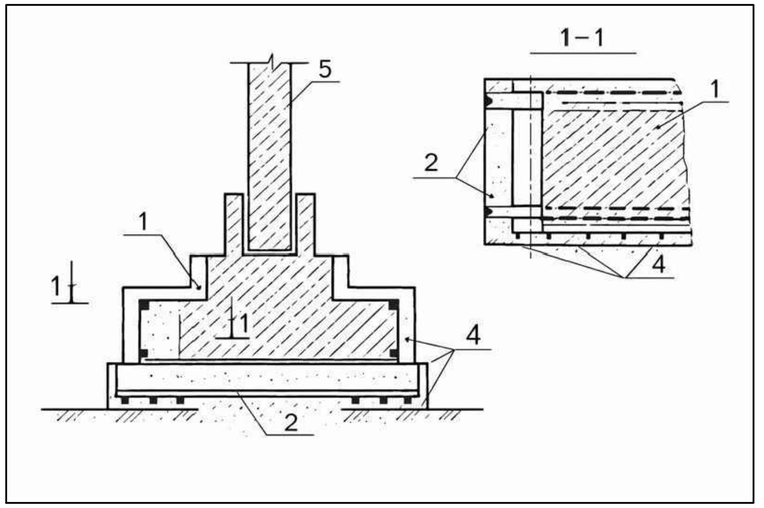
Улаштування перемичок знизу опорних плит фундаментів.

1 - існуючі стовпчасті фундаменти; 2 - залізобетонні перемички; 3 - поверхня підлоги



Улаштування суцільної (переривистої) плити знизу подушок.

1 - існуючий фундамент; 2 - суцільна (або перерывиста) плита; 3 - відмітка поверхні підлоги підвалу; 4 - ущільнений крупний пісок; 5 - цегляна стіна



Збільшення опорної площі залізобетонного стовпчастого фундаменту. 1 - підсилюваний залізобетонний фундамент; 2 - металеві балки; 3 - приливи з бетону; 4 - арматура підсилення; 5 - залізобетонна колона

					ІННІ ім. Потебні ЗНУ ПЦБ КРМ	
					Обґрунтування ефективності методів посилення фундаментів будівель в ґрунтових умовах Запорізького району	
Зм.	Лист	N документу	Підпис	Дата		
Зав. каф.		Арутюнян І.А.			Розділ 2	Літера / Лист / Листів
Н. контр.		Данкевич Н.О.				КРМ / 3 / 8
Керівник		Мішук К.М.				
Дипломн.		Петров С.М.			Рисунки, схеми	8.1924–ПЦБ

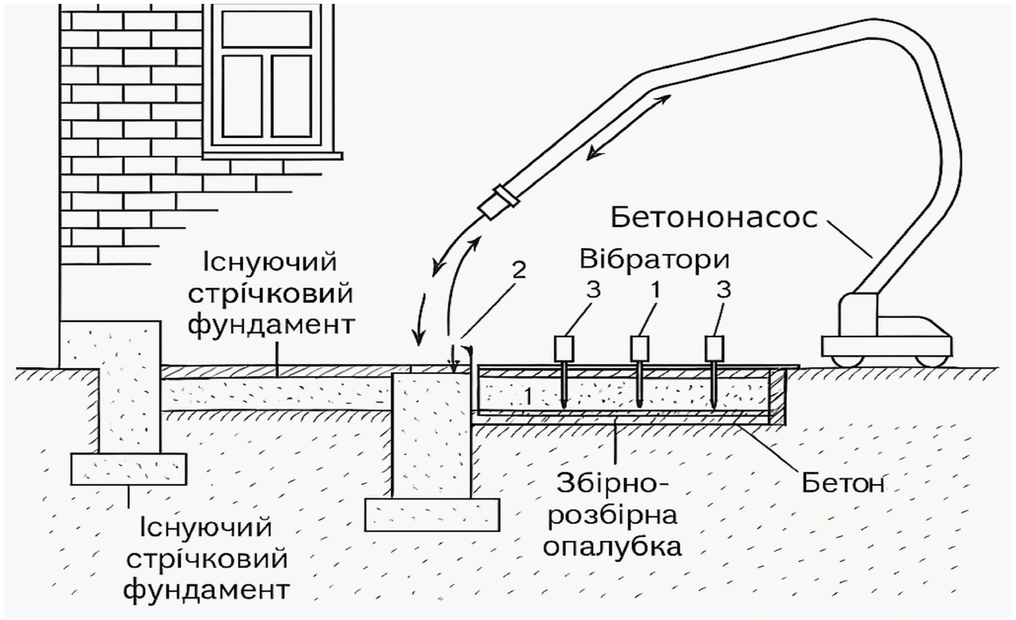


Схема організації бетонування монолітного фундаменту при підсиленні існуючої будівлі

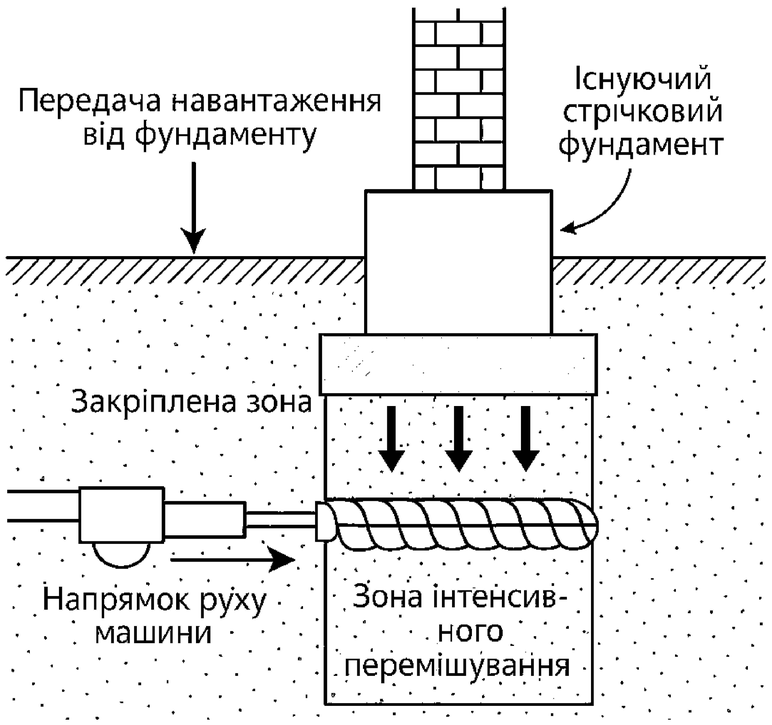


Схема улаштування цементогрунтової стрічки під існуючим стіновим фундаментом

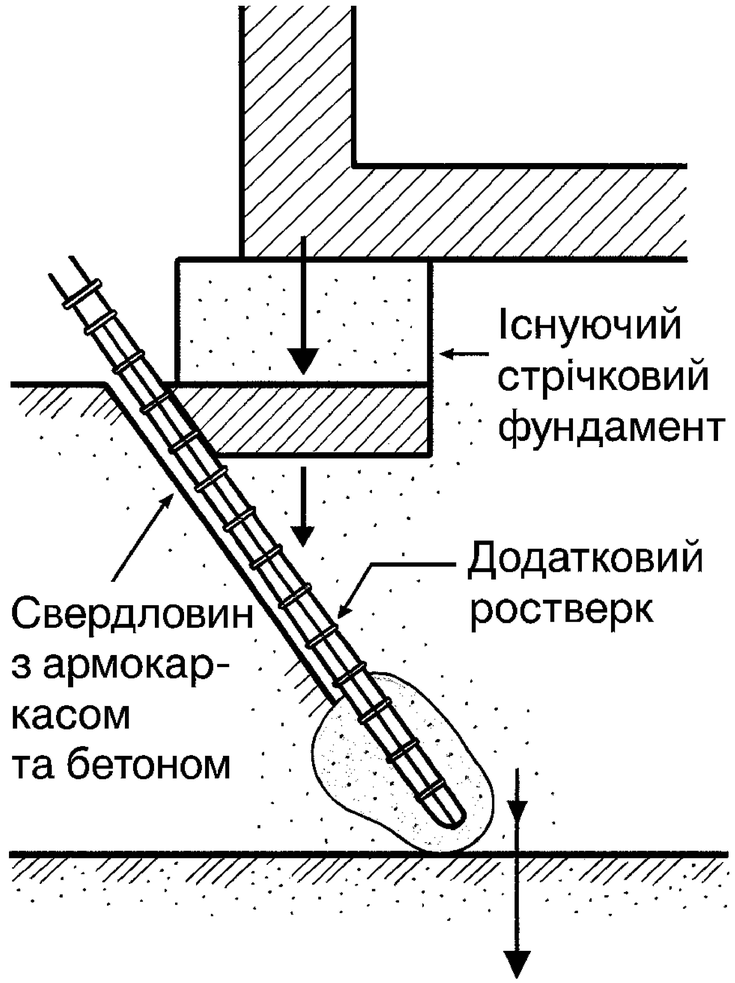
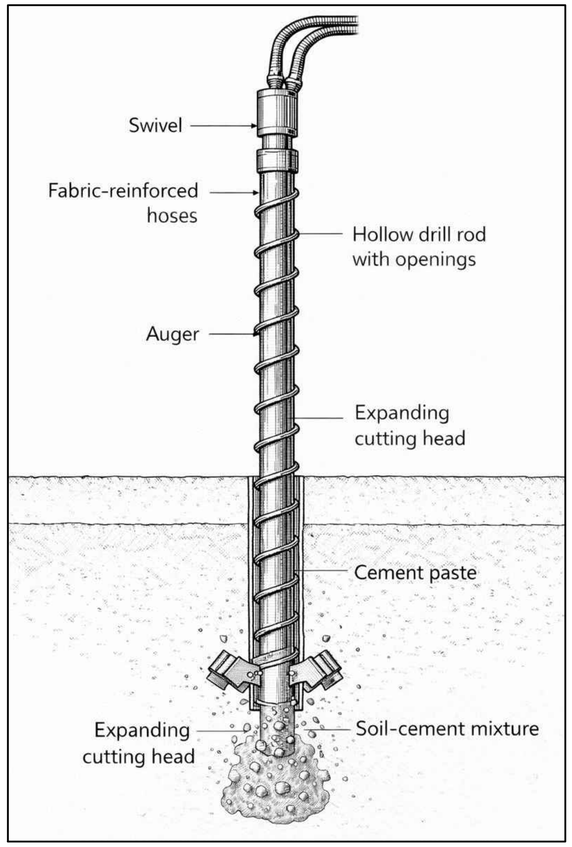


Схема влаштування буронабивної палі при підсиленні стрічкового фундаменту

					ІННІ ім. Потебні ЗНУ ПЦБ КРМ		
					Обгрунтування ефективності методів посилення фундаментів будівель в грунтових умовах Запорізького району		
Зм.	Лист	N докумету	Підпис	Дата			
Зав. каф.		Арутюнян І.А.			Розділ 2	Літера	Лист	Листів
Н. контр.		Данкевич Н.О.				КРМ	4	8
Керівник		Мішук К.М.						
Дипломн.		Петров С.М.			Схемц. рисунки	8.1924–ПЦБ		



Формування ґрунтоцементної палі бурозмішувальним методом (DSM)

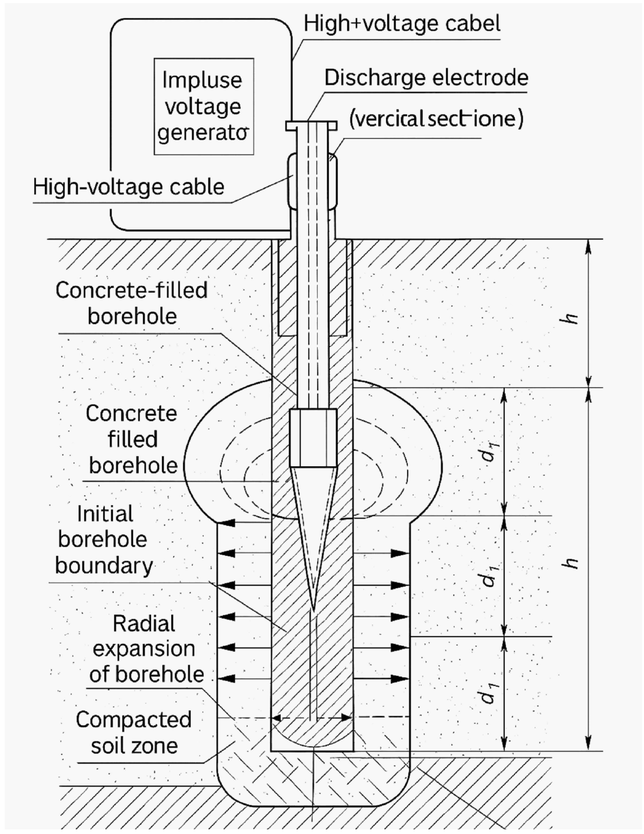
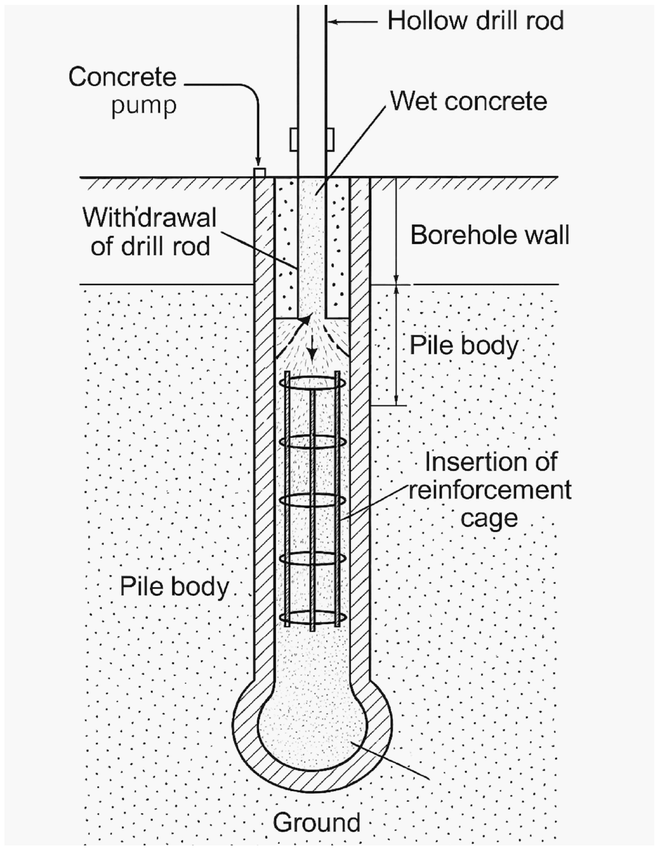


Схема дії електричного розряду в стовбурі набивної палі



Технологічна схема улаштування буроін'єкційної палі

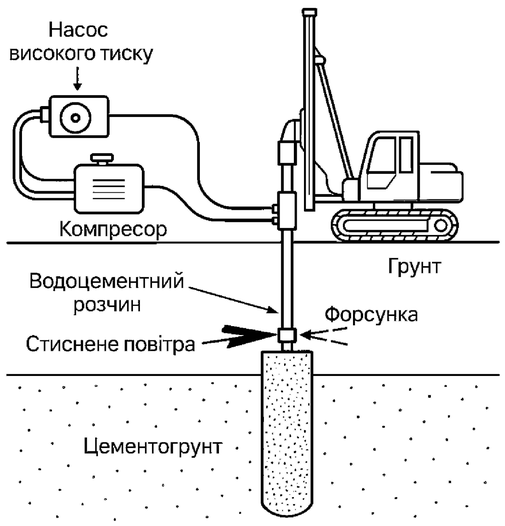


Схема струменевого закріплення ґрунтів під існуючим фундаментом

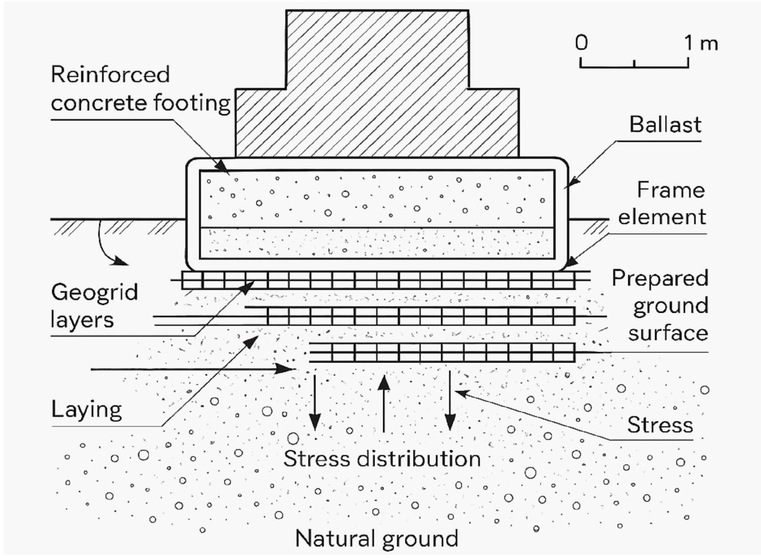


Схема фундаменту на армованій основі зі склосітками

					ІНІ ім. Потебні ЗНУ ПЦБ КРМ		
					Обґрунтування ефективності методів посилення фундаментів будівель в ґрунтових умовах Запорізького району		
Зм.	Лист	N документу	Підпис	Дата			
Зав. каф.		Арутюнян І.А.			Розділ 3	Літера	Лист	Листів
Н. контр.		Данкевич Н.О.				КРМ	5	8
Керівник		Мішук К.М.						
Дипломн.		Петров С.М.			Схеми, рисунки	8.1924–ПЦБ		

Технологічні принципи та конструктивна сутність рішення.

Основна ідея методу полягає у введенні в роботу додаткового просторового елемента - жорсткої залізобетонної плити, яка працює як самостійна опора та забезпечує часткове або повне перерозподілення навантаження від надземних конструкцій. Плита може встановлюватися під існуючий фундамент поетапним підкопуванням або як окремий елемент, що з'єднується зі старим фундаментом в єдину конструкційну систему. Улаштування плити передбачає виконання таких основних етапів:

1. Розчищення та підготовка зони робіт, включаючи локальне розкриття фундаментної підошви.

2. Створення технологічних захваток, що дозволяє поетапно розширювати контур фундаменту без порушення стійкості всієї конструкції.

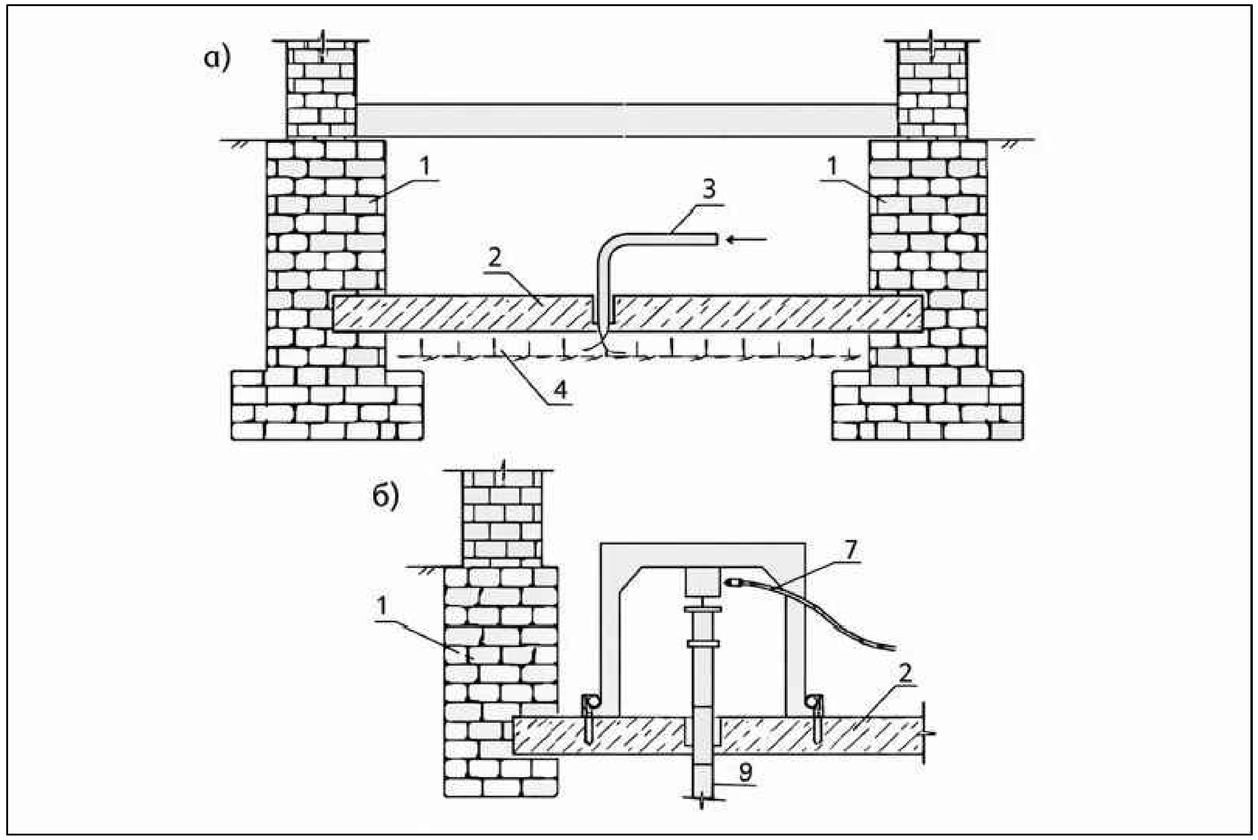
3. Підготовка основи під плиту, яка може включати ущільнення, заміну слабких ґрунтів, улаштування піщано-щебеневої підготовки або ін'єкційне зміцнення.

4. Установлення арматурного каркаса плити відповідно до розрахункової схеми передачі зусиль.

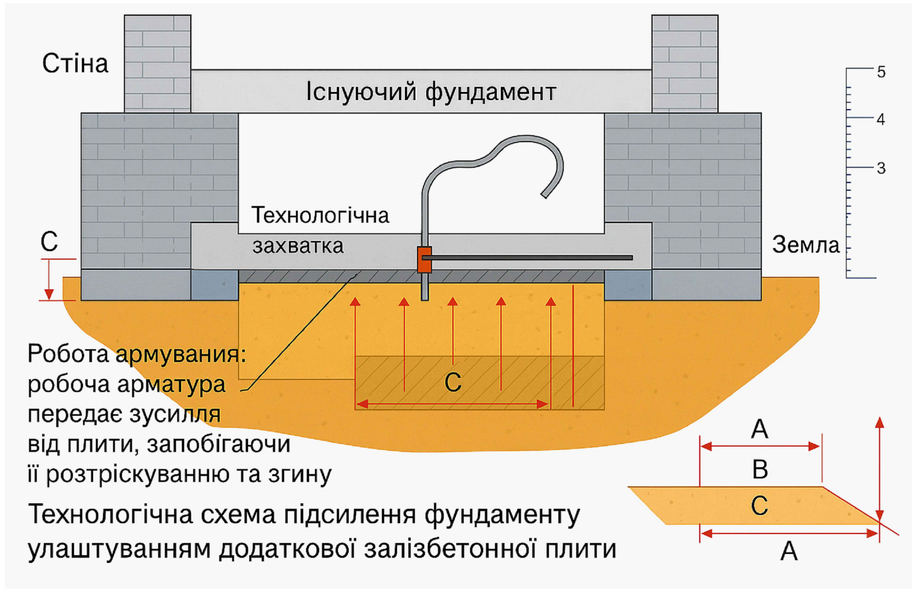
5. Бетонування плити з дотриманням вимог щодо безперервності та контролю якості.

6. Об'єднання плити з існуючим фундаментом за допомогою анкерування, ін'єкційних шпонок, бетонної сорочки або інших конструктивних елементів.

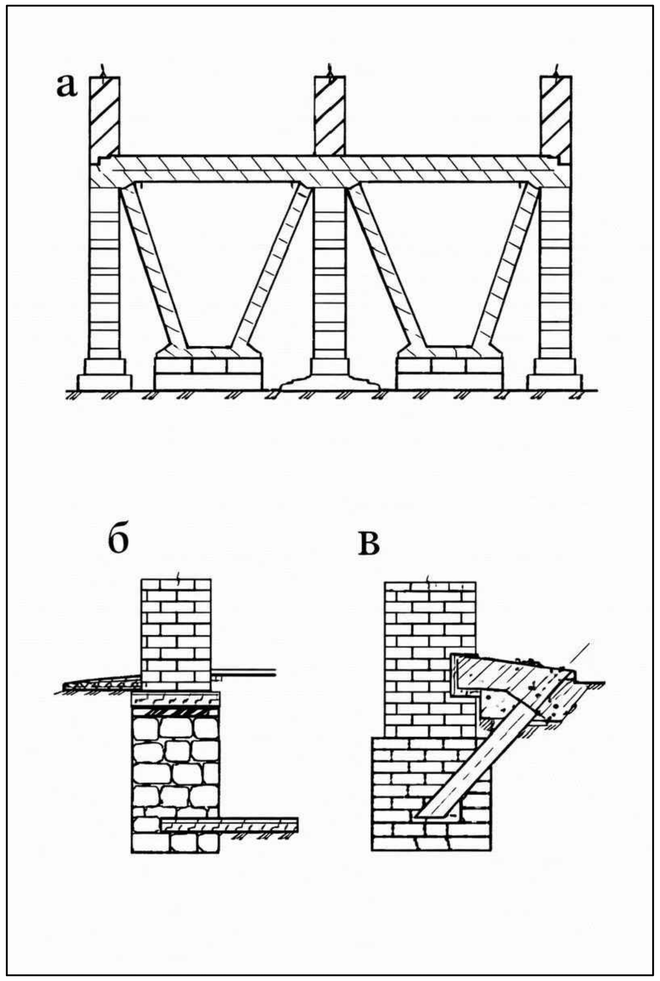
На рівні підвалу встановлюють залізобетонну плиту 2, яку закріплюють в тілі фундаменту підвалу. З тим, щоб плита надійно включалася в роботу, під неї під тиском ін'єктують цементний розчин для опресовування верхніх шарів ґрунту. В результаті навантаження від будівлі передається на велику площу основи, що дозволяє запобігти процесам просідання і деформаційним явищам.



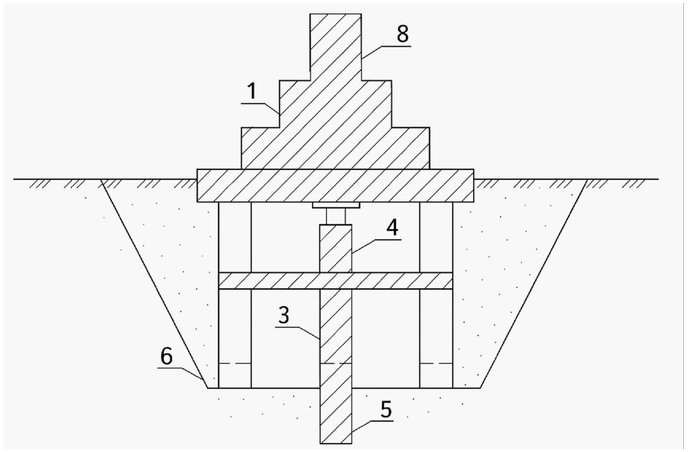
Збільшення опорної площі за допомогою монолітної залізобетонної плити: а - з опресовуванням грунту; б - з підведенням багатосекційних паль вдавлювання; 1 - існуючий фундамент; 2 - залізобетонна плита; 3 - труба для ін'єкції розширяючого цементного розчину; 4 - цементний розчин між плитою і грунтом; 6 - домкрат; 7 - опорне коромисло; 8 - вдавлювані палі



						ІННІ ім. Потебні ЗНУ ПЦБ КРМ		
						Обгрунтування ефективності методів посилення фундаментів будівель в грунтових умовах Запорізького району		
Зм.	Лист	N документу	Підпис	Дата				
Зав. каф.		Арутюнян І.А.				Розділ 3	Літера	Лист	Листів
Н. контр.		Данкевич Н.О.					КРМ	6	8
Керівник		Мішук К.М.							
Дипломн.		Петров С.М.				Схеми, таблиці	8.1924–ПЦБ		

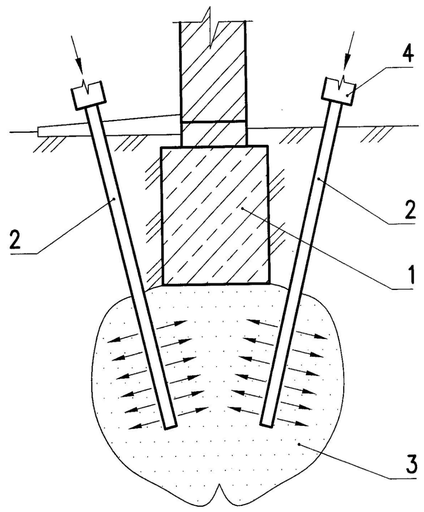


Вдосконалені методи підсилення фундаментів на основі традиційних: а - пристрій збірних або монолітних рам в підвалі; б, в - виносні консолі і плити



Передача навантаження від фундаменту на багатосекційні залізобетонні палі, заглиблені вдавлюванням:

1 - підсилюваний стовпчастий фундамент; 2 - секції залізобетонних паль; 3 - стики паль; 4 - гідравлічний домкрат; 5 - металева підкладка; 6 - шурф; 7 - монолітна залізобетонна плита (встановлюється ділянками після вдавлювання палі); 8 - колона

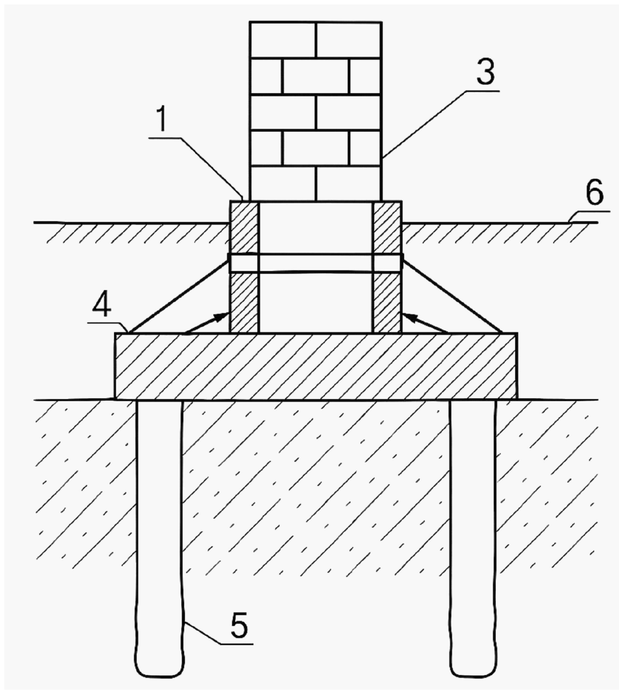


Нагнітання розчину в грунт основи.

1 - існуючий фундамент; 2 - ін'єктори;

3 - грунт, який закріплюється;

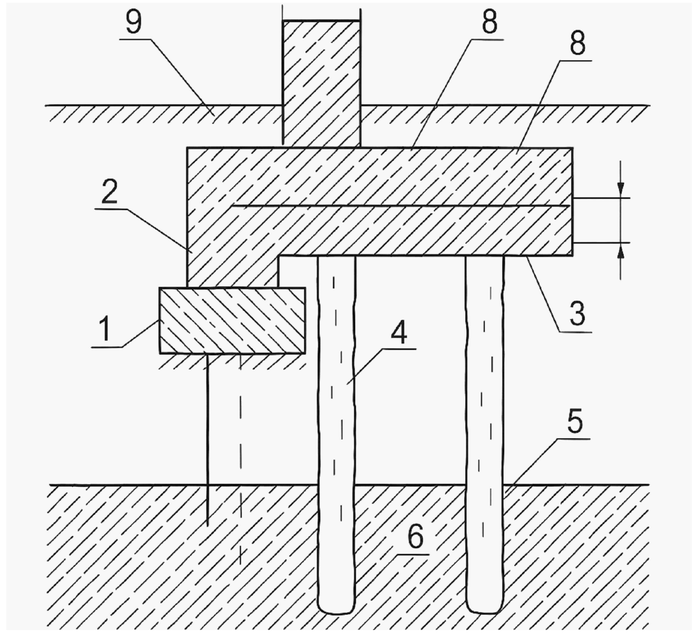
4 - шланг для подачі розчину



Передача навантаження від стіни на короткі забивні палі.

1 - існуючий стрічковий фундамент; 2 - забивні залізобетонні короткі палі (завдовжки до 3 - 4,5 метра);

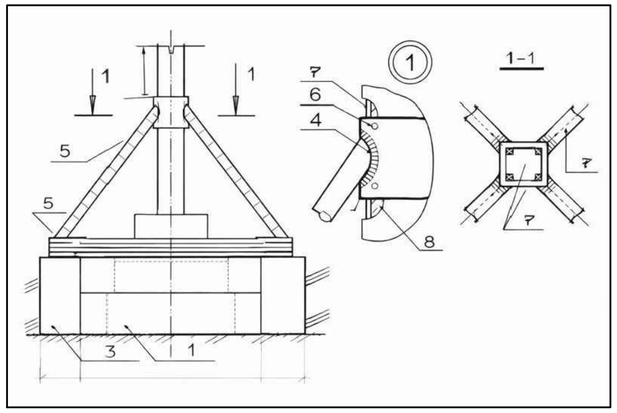
3 - цегляна стіна; 4 - основна робоча арматура; 5 - виносна паля; 6 - підвалина



Улаштування виносних буронабивних паль: 1 - існуючий фундамент; 2 - монолітна залізобетонна балка;

3, 4 - відповідно палі, що працюють на висмикування і стиснення; 5, 6 - відмітки низу паль;

7 - цегляна стіна; 8 - засипка; 9 - гідроізоляція; 10 - анкер



Передача частини навантаження від колони на основу:

1 - підсилюваний фундамент; 2 - залізобетонна колона;

3 - палі підсилення фундаменту; 4 - металеві розкіси; 5 - металеві балки;

6 - металева обойма, приварена до арматури колони

				ІННІ ім. Потебні ЗНУ ПЦБ КРМ			
				Обгрунтування ефективності методів посилення фундаментів будівель в грунтових умовах Запорізького району			
Зм.	Лист	№документу	Підпис	Дата			
Зав. каф.		Арутюнян І.А.			Розділ 3	Літера	Лист	Листів
Н. контр.		Данкевич Н.О.				КРМ	7	8
Керівник		Мишук К.М.						
Дипломн.		Петров С.М.			Схеми, таблиці	8.1924–ПЦБ		

ВИСНОВКИ

1. **Необхідність підсилення фундаментів** обумовлена просадочністю лесових ґрунтів, підвищенням навантажень і порушенням гідрогеологічних умов.
   Підсилення дозволяє стабілізувати основу та запобігти подальшим деформаціям.
2. **Залізобетонні плити як додаткові опори** ефективно збільшують площу спирання та зменшують осідання.
   Ін'єктування під плиту формує ущільнену основу з підвищеною несучою здатністю.
3. **Виносні опори, консолі та рами** забезпечують передачу навантаження за межі деформованої підошви фундаменту.
   Метод особливо результативний у реконструкції будівель у щільній забудові.
4. **Горизонтальні та похилі цементогрунтові елементи** створюють штучну армовану основу під фундаментом.
   Цементогрунт підвищує жорсткість основи та суттєво знижує нерівномірність осідання.
5. **Палі вдавлювання** дають можливість створювати нові несучі елементи без вібрацій і шуму.
   Метод забезпечує точний контроль зусиль і мінімальний вплив на існуючі конструкції.
6. **Виносні буронабивні та забивні палі** перерозподіляють частину навантаження на глибші шари.
   Комбінація ростверку і паль забезпечує спільну роботу з існуючим фундаментом.
7. **Розвантаження колон через систему металевих обойм і розкосів** дозволяє зменшити тиск на фундамент без його руйнування.
   Навантаження частково передається на додаткові палі, що стабілізує конструкцію.
8. **Практичний досвід у Запорізькому районі** підтверджує високу ефективність комбінованих технологій.
   Осідання зменшуються у 2-3 рази, а несуча здатність основи зростає на 30-60 %.
9. **Вибір технології підсилення** має базуватися на геологічних умовах, типі деформацій і конструкції будівлі.
   Універсального рішення не існує -- застосовується індивідуальний інженерний підхід.
10. **Сучасні методи підсилення фундаментів** подовжують термін експлуатації будівель на десятиліття.
    Вони забезпечують надійність, економічність і мінімальний вплив на функціонування споруди.

Виконане дослідження підтверджує, що сучасні технології підсилення фундаментів дають можливість ефективно компенсувати негативні прояви просадочності, підвищити несучу здатність основ і забезпечити надійну експлуатацію будівель навіть у складних геотехнічних умовах. Комплексне застосування інноваційних методів -- від горизонтальних цементогрунтових елементів до систем розвантаження колон -- формує нову концепцію реконструкції та підсилення, яка базується на точковому втручанні, мінімальній інвазивності та максимальній ефективності.

					ІННІ ім. Потебні ЗНУ ПЦБ КРМ		
					Обґрунтування ефективності методів посилення фундаментів будівель в ґрунтових умовах Запорізького району		
Зм.	Лист	N документу	Підпис	Дата			
Зав. каф.		Арутюнян І.А.			Заключна частина	Літера	Лист	Листів
Н. контр.		Данкевич Н.О.				КРМ	8	8
Керівник		Мишук К.М.						
Дипломн.		Петров С.М.			Висновки	8.1924–ПЦБ		