

**ВІДОМЧІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ
УКРАЇНИ**

**ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ
БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

**ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ
БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД, ПОБУДОВАНИХ НА
ЛЕСОВИХ ГРУНТАХ,
БУРОІН'ЄКЦІЙНИМИ ПАЛЯМИ**

ВБН В.2.1-1-97

Українська державна корпорація по виконанню
монтажних і спеціальних будівельних робіт
Київ 1997

Розроблені	Інститутом "Укргідроспецбудпроект" (канд. техн. наук Б.О. Біневич, інж. Ю.І. Чумаков, інж. М.Ф. Вахліс, інж. М.С. Ільницький, інж. М.І.Рижик) Київським державним технічним університетом будівництва та архітектури (докт. техн. наук І.П. Бойко, канд. техн. наук М.В.Корнієнко, інж. О.Ф. Лебеда, інж. Г. В. Готов)
Погоджені	Державним Комітетом будівництва, архітектури та житлової політики України лист від 26.03.98 №12-4/111
Внесені на затвердження	Управлінням технічного розвитку виробництва корпорації "Укрмонтажспецбуд"
Затверджені	Наказом корпорації "Укрмонтажспецбуд" від 14.04.98 № 12 та введені в дію з 1.05.98

ВІДОМЧІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ

Основи і фундаменти будівель та споруд.
Підсилення фундаментів будівель та споруд, побудованих на лесових ґрун-
тах, буроін'єкційними палями

ВБН В.2.1 -1 - 97
Вводяться вперше

Дані норми визначають порядок проектування та виконання підсилення фундаментів будівель і споруд промислового та цивільного призначення буроін'єкційними палями на ділянках, що складені лесовими про-
сідуючими та непросідуючими ґрунтами.

Дані норми є обов'язковими для застосування усіма проектно-вишукувальними та будівельними орга-
нізаціями системи Укрмонтажспецбуду, незалежно від їх форми власності, при розробці ними проектів і ви-
конанні робіт по підсиленню існуючих фундаментів буроін'єкційними палями.

Дані норми поширюються на проектування і влаштування буроін'єкційних паль, застосовуваних для
підсилення фундаментів будівель і споруд, які підлягають реконструкції та ремонту і збудовані на лесових
просідуючих ґрунтах, що відносяться до I типу ґрунтових умов за просіданням.

Проектування буроін'єкційних паль на майданчиках II типу ґрунтових умов за просіданням допускаєть-
ся тільки при їх вертикальному розташуванні, повній прорізці лесової товщі і спиранні на підстильні непросі-
даючі ґрунти з урахуванням негативного тертя по боковій поверхні паль у відповідності з вимогами СНиП
2.02.03.

Методика даних норм може бути використана при проектуванні і влаштуванні підсилення існуючих
фундаментів буроін'єкційними палями і в інших ґрунтах : пілувато-глинистих і піщаних.

Перелік документів і стандартів, на які мають місце посилання в тексті, наведений у додатку М даних
норм.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Норми складені в розвиток діючих СНиП 2.02.01, СНиП 2.01.09, СНиП 2.02.03.

1.2 При проектуванні і влаштуванні буроін'єкційних паль на підроблюваних, карстових територіях та в
сейсмічних районах (при розрахунковій сейсмічності вище 6 балів); а також і в умовах, коли лесова просіда-
юча основа може зазнавати динамічного впливу від машин і обладнання або технологічних процесів (розра-
хункова сейсмічність вище 5 балів) необхідно враховувати вимоги відповідних нормативних документів
(СНиП 2.01.09, СНиП II-94, СНиП II-7, СНиП 2.02.05).

1.3 Застосуванню буроін'єкційних паль при підсиленні фундаментів слід віддавати перевагу перед ін-
шими способами, якщо деформації конструкцій будівлі (споруди), що мають місце, викликані нерівномірними
деформаціями основи, і в подальшому можливе їх збільшення, коли необхідно:

а) надійно підсилити основу і тіло фундаментів одночасно;

б) досягнути повної стабілізації будівлі при подальшій експлуатації її, в тому числі і при збільшенні на-
вантаження, що передається на фундаменти;

в) при просідуючих основах - забезпечити безпечну передачу на основу навантажень від стрічкових
фундаментів в межах 50 - 500 кН/пог.м або 200 - 2000 кН від окремо стоячого фундаменту при додаткових
осіданнях основи не вище 10 - 15 мм;

г) повністю прорізати товщу просідання потужністю 5 -15 м;

Доцільність застосування буроін'єкційних паль для підсилення основ та фундаментів будівель повин-
на підтверджуватись техніко-економічним обґрунтуванням.

1.4 Буроін'єкційні палі не рекомендується застосовувати для підсилення, якщо в межах майданчику в
лесовій товщі мають місце або прогножуються сильно або середньоагресивні за СНиП 2.03.11 підземні води,
включаючи і техногенні.

1.5 Найбільш розповсюджені схеми підсилення існуючих фундаментів будівель та споруд буроін'єкцій-
ними палями в залежності від характеристик основи, конструктивних особливостей і розмірів існуючих фун-
даментів, величини і характеру діючих навантажень і можливості виконання робіт наведені у додатку А.

2 КОНСТРУКТИВНІ СХЕМИ ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД БУРОІН'ЄКЦІЙНИМИ ПАЛЯМИ

2.1 При визначенні конструктивної схеми підсилення фундаментів слід враховувати особливості спі-
льної роботи системи "будівля - лесова основа" як в умовах, що склалися на момент розглядання, так і з
урахуванням прогнозу подальших змін у плануванні і конструкціях будівлі, величини і характеру наванта-
жень на фундаменти, міцності матеріалу існуючих фундаментів і фізико-механічних властивостей ґрунтів
основ з тим, щоб забезпечити надійну експлуатацію будівлі.

2.2 При розробці проекту підсилення буроін'єкційними палями фундаментів будівель, розташованих у
безпосередній близькості від інших будівель, слід враховувати можливість їх влаштування і впливу наван-
таження від сусідніх будівель і споруд на палі підсилення.

2.3 Для підсилення основ та фундаментів рекомендується використовувати буроін'єкційні палі діамет-
ром 100 - 250 мм і довжиною від 3 до 25 м. Використання інших можливих розмірів дозволяється при відпо-
відному обґрунтуванні.

2.4 Буроін'єкційні палі застосовують для підсилення стрічкових, окремо стоячих (стовпчастих) і плит-
них фундаментів в межах всієї будівлі таким чином, щоб забезпечити рівність деформацій всіх фундаментів

С.2 ВБН В.2.1-1-97

будівлі і запобігти виникненню недопустимої різниці осідань чи просідань, які розвиваються після підсилення.

Допускається в окремих випадках підсилення пальових фундаментів будівель або їх відсіків буроін'єкційними палями. При цьому можливе підсилення тільки тих існуючих пальових фундаментів будівлі, які потребують цього за розрахунком.

2.5 Буроін'єкційні палі, що підсилюють фундаменти, об'єднуються ростверками. Допускається не виконувати ростверки, якщо палі безпосередньо жорстко чи гнучко зв'язані з існуючим фундаментом або використовуються як армуючий елемент основи.

2.6 Конструктивні схеми підсилення фундаментів буроін'єкційними палями за ознакою взаємодії паль з існуючими фундаментами поділяються на жорсткі, піддатливі (гнучкі) і відокремлені. В жорстких і гнучких схемах палі та існуючі фундаменти зв'язані конструктивно, а у відокремлених - палі і фундаменти не зв'язані безпосередньо, а взаємодіють крізь ґрунт основи.

2.7 В жорстких конструктивних схемах (додаток А, схеми 1, 2, 4, 5, 8, 10, 17, 20, 21, а також 3, 6, 7, 16, 18, 19 при жорсткому об'єднанні ростверків з фундаментами і палями) об'єднання буроін'єкційних паль, що знаходяться за межами існуючих фундаментів, здійснюється за допомогою ростверків, улаштованих вище верхнього уступу фундаменту, в межах висоти існуючого фундаменту або нижче його підшови. Такі схеми застосовуються тоді, коли міцність тіла фундаменту достатня, і він може працювати надійно в подальшому, не вимагаючи додаткових заходів по підсиленню.

При достатній міцності тіла існуючого фундаменту та незначних розмірах його підшови, буроін'єкційні палі можуть проходити крізь тіло фундаменту.

2.8 В гнучких конструктивних схемах (додаток А, схеми 3, 6, 7, 16, 18, 19 при гнучкому об'єднанні ростверка з фундаментом і палями) зв'язок між буроін'єкційними палями і фундаментом допускає заданий рівень піддатливості у вертикальному та (або) горизонтальному напрямку.

Цей спосіб підсилення використовується в тих випадках, коли конструкція фундаментів є достатньо надійною, але необхідно допустити можливість вирівнювання раніш виявлених нерівномірних деформацій основи.

2.9 Конструктивні схеми з відокремленими буроін'єкційними палями (додаток А, схеми 11 - 15) допускають значно більші деформації основи, але такі, що не перевищують граничні. В цьому випадку буроін'єкційні палі використовуються для:

- а) сприймання бокового тиску ґрунту і недопущення його випору на ділянках можливого послаблення;
- б) армування основи або обмеження потужності стиснутої зони та зменшення тим самим вертикальних деформацій;
- в) підвищення стійкості основи на глибинний зсув.

При цих конструктивних схемах палі безпосередньо не зв'язані з фундаментом. Такі схеми можуть використовуватись і для підсилення фундаментів будівель при неможливості виконання схем, наведених у 2.7. и 2.8.

2.10 Конструктивні схеми, наведені у 2.7 - 2.9, можуть бути також комбінованими. Вибір схем повинен носити індивідуальний характер, який забезпечує найбільш раціональну форму підсилення.

2.11 Поряд з буроін'єкційними палями в межах однієї будівлі дозволяється у випадку необхідності застосовувати також буронабивні, буроопускні палі або вдавлювані палі. При цьому абсолютні деформації основи повинні бути одного рівня і не перевищувати нормативно допустимих.

2.12 Для будівель, розташованих у межах схилів, повинна розрахунком підтверджуватись загальна стійкість схилу в умовах застосування буроін'єкційних паль і, у випадку необхідності, - застосовуватись додаткові заходи по підвищенню стійкості схилів.

2.13 Влаштування підсилення із застосуванням буроін'єкційних паль повинно задовольняти вимогам природоохоронного законодавства.

3 ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД, ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ ЯКИХ ВИМАГАЮТЬ ПІДСИЛЕННЯ

3.1 Обстеження будівель та споруд є першим етапом робіт по проектуванню підсилення. Воно включає в себе вивчення стану надземних і підземних конструкцій будівлі і ґрунтів основи з прогнозованою оцінкою можливого замочування і погіршення роботи лесової просідаючої основи і будівлі в цілому з урахуванням вимог нормативних документів і рекомендацій даного розділу.

3.2 Обстеження будівлі включає в себе:

- а) аналіз існуючих робочих креслень та (або) складання обмірних креслень будівлі або споруди з урахуванням розташування сусідніх будівель та споруд, а також підземних комунікацій;
- б) візуальне обстеження стану матеріалу фундаментів і несучих конструкцій будівлі з виявленням місць їх можливого деформування;
- в) збір та вивчення наявних документів, матеріалів і даних, що розкривають особливості експлуатації будівлі і розвитку її деформації на протязі часу.
- г) відбір зразків матеріалу фундаментів і підземних конструкцій та вивчення його властивостей в лабораторії та (або) опробування його на місці методами неруйнівного контролю з метою кількісної оцінки його міцності, деформативності і відповідності проектним значенням на окремих ділянках будівлі;
- д) оцінку інженерно-геологічних умов майданчика з точки зору забезпечення необхідної несучої здатності фундаментів та розвитку можливих деформацій і, насамперед, деформацій просідання основи будівлі

та їх впливу на спільну роботу системи "будівля-просідаюча основа". Якщо зібраного матеріалу для цих цілей недостатньо, необхідно виконати додаткові інженерно-геологічні вишукування у відповідності з вимогами розділу 4 даних норм.

е) організацію і проведення, у випадку необхідності, візуальних або геодезичних спостережень за розвитком виявлених деформацій в несучих конструкціях будівель та споруд, в тому числі основ, та фундаментів, включаючи влаштування марок і маяків, з метою уточнення характеру деформацій будівлі;

ж) виявлення причин деформацій будівлі і можливих джерел погіршення роботи основи (замочування, водозниження, земляні роботи, будівництво сусідніх об'єктів, зміни в об'ємно-планувальних рішеннях та (або) конструкціях будівлі, величині і характері навантажень, що передаються на фундаменти), а також інших можливих причин послаблення основи або конструкцій будівлі, і визначення можливих заходів часткового або повного припинення їх шкідливого впливу на роботу будівлі;

к) детальну оцінку особливостей конструктивних рішень фундаментів і цокольної частини будівлі, їх відкритості для виконання робіт на предмет їх можливого підсилення буроін'єкційними палями;

л) оцінку необхідності прийняття інших заходів по підсиленню чи ліквідації наслідків порушення надземних конструкцій будівлі у випадку застосування буроін'єкційних паль;

м) Загальну оцінку прилеглих до обстежуваної будівель та споруд з точки зору їх можливого впливу до і після підсилення. Існуючі деформації в несучих конструкціях цих будівель (споруд) повинні бути зафіксовані до початку робіт по підсиленню.

н) складання письмового висновку або звіту за результатами обстеження (з наведенням необхідного графічного матеріалу), включаючи висновки про стан ґрунтів основи, фундаментів і несучих конструкцій та рекомендації по підсиленню будівлі буроін'єкційними палями.

3.3 При проведенні обстеження і розробці рекомендацій по підсиленню слід виходити з того, що стан будівлі розглядається і оцінюється для наступних випадків:

а) будівля знаходиться в аварійному стані;

б) окремі частини будівлі сильно деформовані, можливе збільшення їх деформацій на протязі часу, але будівля не знаходиться в аварійному стані;

в) окремі частини будівлі сильно або середньо деформовані, деформації основи і будівлі стабілізувались і їх розвиток на протязі часу не очікується;

г) стан всіх конструкцій будівлі - задовільний, деформації в несучих конструкціях незначні, рідкі чи відсутні, але можливі деформації просідання лесової основи при замочуванні та (або) деформації в конструкціях будівлі за рахунок нерівномірних просідань основи чи зміни якості матеріалу на протязі часу;

д) стан конструкцій будівлі - задовільний, деформації в несучих конструкціях відсутні або вони незначні і викликані місцевими порушеннями матеріалу та їх розвиток на протязі часу при існуючих умовах експлуатації неможливий, але при збільшенні навантажень чи зміні характеру їх прикладання такі деформації можуть виявитись;

е) стан конструкцій будівлі задовільний і їх деформації на протязі часу ні в разі зміни інженерно-геологічних умов, ані при збільшенні навантажень у заданому діапазоні не будуть виявлятися.

3.4 При обстеженні будівлі в першу чергу повинно бути встановлено, в якій мірі деформації, що мають місце, та пошкодження надземних і підземних конструкцій, викликані нерівномірним просіданням лесової основи і в чому виявляються особливості спільної роботи системи "будівля - просідаюча основа".

3.5 В оцінці стану надземних конструкцій, насамперед, повинна бути приділена увага до стін, стовпів, колон, перекрить, сходів та інших несучих конструкцій, а також до підлог, покрівлі та водонесучих мереж з точки зору можливості постійного чи періодичного попадання води в основу. Всі встановлені деформації і порушення повинні бути нанесені на креслення фасадів, планів і розгортки стін.

3.6 При обстеженні підземних конструкцій слід вивчити геометричні розміри та матеріал фундаментів, їх стан, а також тип та якість гідроізоляції, підлог в підвальних приміщеннях і стан водонесучих комунікацій в межах будівлі та за її межами до оглядових колодязів. Особливу увагу слід приділити стану вимощень, можливого впливу сусідніх будівель та споруд і земляних робіт, які ведуться поблизу, оцінюючи їх вплив на підсилення вологості лесових ґрунтів і сприяння деформацій просідання основи.

3.7 Одержані дані обстеження, повинні бути перевірені, заprotokольовані і розглянуті у встановленому порядку. Остаточні висновки повинні враховувати, насамперед, фактичний стан будівлі або споруди.

3.8 Результати обстеження повинні бути повними і максимально забезпечувати вихідні дані для розробки проекту підсилення просідаючих основ та фундаментів буроін'єкційними палями.

3.9 Додаткові дані про стан несучих конструкцій та ґрунтів можуть бути одержані і уточнені в процесі виконання робіт по підсиленню. У зв'язку з цим повинно бути проведено коригування розробленого проекту підсилення.

4 ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ ВИШУКУВАННЯ

4.1 Інженерно-геологічні вишукування проводяться у відповідності з вимогами СНиП 1.02.07, СНиП 2.02.01, СНиП 2.02.03, СНиП 2.01.09 та вказівками даного розділу.

4.2 Інженерно-геологічні вишукування, як і обстеження стану будівлі, є обов'язковим етапом одержання необхідних даних щодо ґрунтів основи з метою:

а) оцінки спільної роботи системи "будівля-просідаюча основа" на момент обстеження і вишукувань і прогнозу їх зміни на протязі часу;

б) розробки проекту підсилення основ та фундаментів буроін'єкційними палями.

С.4 ВБН В.2.1-1-97

4.3 Інженерно-геологічні вишукування повинні бути проведені з метою уточнення даних про будову лесової товщі, її загальну потужність, зміни фізичних характеристик, модуля деформації та показників просідання по глибині, рівень ґрунтових вод, наявність верховодки та можливої зони замочування основи, а також дати характеристику підстильних ґрунтів. Окрім того, необхідно скласти прогноз зміни властивостей лесової товщі на протязі часу.

4.4 При вишукуваннях на майданчику перевагу слід віддавати бурінню свердловин та статичному зондуванню. Проходка шурфів обмежується необхідністю виявлення конструкції фундаментів і визначення властивостей лесового ґрунту на рівні і безпосередньо під підшою фундаменту. Для оцінки однорідності будови лесової товщі допускається використання динамічного зондування. Випробування ґрунтів статичним навантаженням за допомогою штампів (в шурфах або свердловинах) слід проводити при необхідності уточнення модуля деформації, початкового тиску просідання та відносного просідання ґрунту на відстані не менше 10 м від будівлі (споруди) і тільки в тих випадках, коли їх влаштування не порушує основи, а локальне замочування в основі штампів не викличе додаткового зволоження основ будівлі, що обстежується, та сусідніх з нею будівель та споруд. Особливу увагу при цьому необхідно звернути на наявність прошарків піску в лесовій товщі та (або) підготовки, засипки з дренуючого ґрунту чи матеріалу.

Замочування дослідних котлованів з метою визначення величини просідання під дією власної ваги ґрунту і встановлення типу ґрунтових умов майданчика за просіданням виконується, як виняток, тільки в тих випадках, коли одразу необхідно виконати підсилення декількох будівель, розташованих в одному районі, на майданчиках, вільних від забудови, з ідентичними ґрунтовими умовами і віддалених від існуючих будівель на відстані, яка забезпечує неможливість замочування основи існуючих фундаментів будівлі (звичайно не менше 100 м), якщо інші методи встановлення типу ґрунтових умов дають суперечливі дані.

Для підвищення вірогідності комплексної оцінки будівельних властивостей лесових ґрунтів за погодженням із замовником дозволяється також використання інших методів вишукувань, не обумовлених вище.

4.5 Якщо основа будівлі, що обстежується, зазнавала ущільнення чи закріплення раніш при будівництві або в процесі експлуатації, то необхідно при вишукуваннях виявити обсяг та якість перетворених ґрунтів шляхом буріння додаткових свердловин і виконання зондування на глибину, порушену перетворенням ґрунту, а також провести необхідні випробування цих ґрунтів у лабораторії.

4.6 Кількість розвідувальних свердловин та їх глибина повинні призначатись виходячи з конкретних умов будови лесової товщі і характеру підстилаючих її ґрунтів, характеристики конструкцій будівлі та її об'ємно-планувального рішення, глибини закладення фундаментів і навантажень на їхній підшві. Крім того, треба враховувати, що свердловини, які влаштовуються, повинні розкривати будову лесової товщі по глибині та в плані, дозволяти оконтурювати зони можливого замочування і диференціювати їх за рівнем зволоження.

Кількість свердловин, призначених для виявлення лесових ґрунтів і визначення їх товщі, може бути зменшена на половину від загальної кількості свердловин. Потужність підстильних шарів, що її проходять свердловини, повинна забезпечувати надійне проектування буріон'єкційних паль, які спираються на ці непросідаючі шари, і складати не менше 3,0 - 5,0 м в залежності від їх діаметра.

Не дозволяється призначати глибину всіх свердловин на рівні підземних вод, які знаходяться у межах лесової товщі, вважаючи водонасичений лесовий ґрунт непросідаючим і на основі цього приймаючи його за шар, який підстиляє просідаючу товщу.

Відбір зразків з технічних свердловин повинен виконуватись по глибині через 1-2 м та з кожної літологічної відмінності ґрунту у встановлених обсягах. Дозволяється відбір зразків порушеної структури для збільшення обсягів інформації про вологість ґрунту та його стан.

4.7 Глибина шурфів не повинна перебільшувати глибину закладання підшви фундаменту більш ніж на 0,25-0,5 м. Кількість і розташування в плані шурфів визначається необхідністю одержання обґрунтованого уявлення про план фундаментів та характеристику їх перерізів. Мінімальна кількість шурфів в межах обстежуваної будівлі - 2. При шурфуванні фундаментів слід не допускати виникнення деформацій основи існуючих фундаментів.

Відбір зразків непорушеної структури з шурфів повинен забезпечувати порівняльну оцінку властивостей ґрунту, що знаходиться під фундаментом та за його межами.

4.8 Кількість точок зондування і його глибина повинні бути відповідними до призначеного обсягу буріння свердловин, щоб одержати додаткову розширену інформацію про будову лесової основи, стан ґрунтів за щільністю, вологістю і несучою спроможністю. При цьому слід надавати перевагу статичному зондуванню.

4.9 Обсяги інших польових методів вишукувань, не обумовлених в 4.5-4.8., можуть призначатись, як додаткові, в залежності від повноти одержаної інформації рекомендованими методами, її вірогідності та поставлених завдань підсилення.

4.10 Лабораторні випробування зразків ґрунту повинні забезпечувати визначення виду і стану лесового ґрунту (за показником текучості, ступенем вологості і щільності складу), щільності при природній вологості і в сухому стані, стиснення ґрунтів природної вологості та при їх водонасиченні, оцінку просідання. Визначення показників міцності (питомого зчеплення і кута внутрішнього тертя) повинно носити контрольний характер.

Визначення інших характеристик лесового ґрунту (гранулометричного складу, наявності органічної речовини, карбонатності, коефіцієнту фільтрації, ущільнювання при оптимальній вологості та ін.) слід виконувати лише у випадку їх додаткового обґрунтування.

Обсяг лабораторних випробувань і методики випробувань повинні враховувати вимоги будівельних норм і правил, вказаних в 4.1, та діючих стандартів на випробування ґрунтів.

4.11 Випробування на просідання повинні переважно виконуватись на стандартних компресійних приладах за методикою двох кривих з контрольним визначенням відносного просідання на зразках природної вологості на останньому ступені завантаження. Кількість ступенів завантаження і величину максимального тиску на зразки ґрунту слід призначати з урахуванням вирішуваних завдань та умов майданчика. Максимальний тиск повинен бути не меншим 0,3 МПа.

За результатами випробування визначають відносне просідання ϵ_{sl} та початковий тиск просідання p_{sl} .

Застосування інших лабораторних методів випробування на просідання (наприклад, на інших приладах, за іншими методиками - прискореними, спрощеними) без необхідного обґрунтування не допускається.

4.12 Початковий тиск просідання p_{sl} дорівнює такому тиску в ґрунті, вище за який, при насиченні ґрунту водою ($S_r > 0,9$) спостерігається розвиток деформацій просідання.

Величина визначається за графіком $\epsilon_{sl} = f(p)$, побудованим на основі лабораторних випробувань, як величина, відповідна відносному просіданню - для лесових супісків $\epsilon_{sl} = 0,01$, для лесових суглинків $\epsilon_{sl} = 0,015$. Початковий тиск просідання відповідає структурній міцності водонасиченого ґрунту.

При вказаній методиці визначення, за винятком слабпросідаючих ґрунтів, p_{sl} буде мати знижене значення порівняно з фактичним у основі. Більш точні значення можуть бути одержані за результатами випробувань ґрунтів на майданчику або компресійних випробувань в атестованій лабораторії з урахуванням змінання ґрунту в штампах і сил тертя зразка об стінки кільця приладу.

4.13 Модуль деформації лесового ґрунту природної вологості E_{oed} необхідно визначати за даними статичного зондування чи пресіометрії.

Дозволяється в тих випадках, коли польові випробування не проводились, визначати модуль деформації за даними компресійних випробувань для заданого діапазону тисків. При цьому модуль деформації E визначається з урахуванням поправочного коефіцієнта за формулою

$$E = m_e E_{oed}, \quad (1)$$

де m_e - поправочний коефіцієнт, який встановлюється на основі співставлення компресійного E_{oed} , МПа, і штампового модуля деформації $E_{шт}$, МПа,

$$m_e = \frac{E_{шт}}{E_{oed}}, \quad \text{для одного і того ж ґрунту.}$$

Допускається призначати m_e з урахуванням фізичних характеристик ґрунту основи (додаток И, таблиця И.1).

4.14 Характеристики міцності ґрунту необхідно визначати випробуваннями на прямий зріз, за методикою ГОСТ 12248, як правило тільки для непросідаючої лесової основи або ґрунтової подушки, коли питоме зчеплення C , кПа, і кут внутрішнього тертя φ , град., допускається використовувати для визначення розрахункового опору ґрунту основи R за формулою (7) СНиП 2.02.01.

В розрахунках просідаючих основ необхідно використовувати умову $R \leq p_{sl}$, як цього вимагає 3.9.а СНиП 2.02.01.

В розрахунках стійкості просідаючої основи слід використовувати значення C і φ визначені для водонасиченого стану ґрунту.

4.15 Допускається проведення додаткових випробувань ґрунтів в атестованій лабораторії, які підвищують вірогідність стандартних випробувань лесових ґрунтів, вказаних вище. Доцільність таких випробувань повинна бути доведена і погоджена з організаціями, що склали дані норми.

4.16 Попередня оцінка просідання лесових ґрунтів може виконуватись на основі їх фізичних показників за графіками додатку В.

4.17 Тип ґрунтових умов майданчику за просіданням при замочуванні під дією власної ваги приймається у відповідності з вимогами СНиП 2.02.01.

Значення просідання від власної ваги ґрунту $S_{sl.g.o}$, що відокремлює I і II тип ґрунтових умов, повинно прийматися не більше 5 см, але і не менше 1 см з урахуванням можливості виявлення додаткового навантаження на бічну поверхню буроін'єкційних паль.

4.18 Тип ґрунтових умов майданчика будівлі (споруди) за просіданням і величину можливого просідання під дією власної ваги з урахуванням вимог 4.3, 4.4 дозволяється встановлювати за:

1) результатами замочування дослідних котлованів розміром в плані не менше 10x10 м або $H_{sl} \times H_{sl}$, але не більше 20x20 м;

2) результатами замочування малих дослідних котлованів розмірами в плані 3x3 м з улаштуванням по його периметру вертикальних огорожуючих щілин (виконуються бурінням чи прорізанням) на повну потужність товщ просідання;

3) даними штампових випробувань, виконаних по глибині;

4) даними лабораторних випробувань в компресійних приладах.

Попередню оцінку типу ґрунтових умов за просіданням допускається визначати:

а) за картосхемами (додаток Г);

б) з урахуванням потужності товщі просідання (додаток Д).

Підтвердження типу ґрунтових умов майданчика може проводитись на основі детального вивчення стану обстежуваної і сусідніх будівель та споруд і виявлення ділянок просідання поверхні в цьому районі, а також із досвіду будівництва в даному регіоні чи території міста, району.

Примітка. Вказані методи попередньої оцінки наведені за порядком зростання надійності одержуваних даних. Близькі до дійсних значення просідання під дією власної ваги одержують при замочуванні дослідних котлованів. Визначення на основі стандартних лабораторних випробувань на просідання характеризується великою неточністю, особливо при значеннях просідання від 5 см до 15 - 25 см, коли тип ґрунтових умов у дійсності може бути як I, так і II.

4.19 Розрахункова величина можливого максимального просідання від власної ваги ґрунту $S_{sl.g.max}$ повинна встановлюватись за даними уточнених компресійних випробувань (4.11,4.12) за формулою

$$S_{sl.g.max} = \sum_{i=1}^n \epsilon'_{sl,i} h_i, \quad (2)$$

$$\epsilon'_{sl,i} = \epsilon_{sl,i} - \Delta \epsilon_{sl};$$

$$S_{sl.g.max} = \sum_{i=1}^n (\epsilon_{sl,i} - \Delta \epsilon_{sl}) h_i, \quad (3)$$

де $\epsilon_{sl,i}$ - відносне просідання і-того шару при тиску водонасиченого ґрунту (природного тиску, обчисленого для ґрунту з $S_r = 0,9$), що визначається за залежністю $\epsilon_{sl} = f(p)$, одержаного при стандартних та уточнених компресійних випробуваннях;

$\epsilon_{sl,i}$ - уточнена величина відносного просідання при тому ж тиску, що і $\epsilon_{sl,i}$;

n - кількість розрахункових шарів, на які розподілена лесова товща;

h_i - потужність і-того розрахункового шару ґрунту, яка приймається не більше 1 - 2 м;

$\Delta \epsilon_{sl}$ - границя відносного просідання: для лесових супісків $\Delta \epsilon_{sl} = 0,01$, для лесових суглинків

$\Delta \epsilon_{sl} = 0,015$.

В розрахунку за формулою (3) значення $\epsilon_{sl,i}$ менші $\Delta \epsilon_{sl}$ не враховуються.

4.20 Виділення окремих інженерно-геологічних елементів (ІГЕ) слід проводити на основі польових і лабораторних визначень у встановленому порядку з урахуванням прийнятого стратиграфічного розподілу і глибини залягання шарів ґрунту. Категорично забороняється поєднувати лесові ґрунти однакової літологічної відмінності, що залягають на різній глибині, в один ІГЕ і, тим більше, розповсюджувати одержані фізичні характеристики, відносне просідання і початковий тиск просідання, визначені для верхніх шарів, на всю глибину.

4.21 Для майданчиків будівель, розташованих на схилах чи в межах плато в безпосередній близькості від схилу, при вишукуванні необхідно встановлювати можливість розвитку зсувних явищ або розмивання поверхні.

4.22 При вишукуванні повинно бути виявлено :

а) можливе розташування в межах території забудови будівлі насипних ґрунтів і послаблень у вигляді засипаних або відкритих старих котлованів, траншей, льохів, колодязів, катакомб та інших знижень поверхні;

б) наявність суфозії чи можливість її виявлення в лесових або підстильних ґрунтах;

в) виникнення вимивань у ґрунті за рахунок витікання води з водонесучих систем, при попаданні атмосферних опадів чи поверхневих вод крізь вимощення або порушення в конструкціях будівлі.

4.23 При вишукуванні слід встановити наявність підземних вод, виявити зону їх живлення і розвантаження, сільовий склад, оцінити сезонні зміни рівня підземних вод та дати прогноз зміни їх рівня на перспективу.

4.24 Проведені вишукування повинні дати відповідь щодо змін фізико-механічних характеристик ґрун-

тів на протязі часу з тим, щоб можливо було врахувати це при розробці проекту підсилення.

5 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ РОЗРАХУНКУ ФУНДАМЕНТІВ, ПІДСИЛЮВАНИХ БУРОІН'ЄКЦІЙНИМИ ПАЛЯМИ

5.1 Розрахунок підсилення фундаментів буроін'єкційними палями необхідно вести як для пальових фундаментів у відповідності з вимогами СНиП 2.02.03 за фаничними станами:

а) першої групи:

- за міцністю матеріалу паль і пальових ростверків;
- за несучою здатністю ґрунту основи, паль;
- за несучою здатністю основ пальових фундаментів, якщо на них передаються значні горизонтальні навантаження, або якщо вони обмежені укосами чи знаходяться у межах схилів;

б) другої групи:

- за осіданнями основ паль і пальових фундаментів від вертикальних навантажень;
- за переміщенням паль спільно з ґрунтом основи від дії горизонтальних навантажень і моментів;
- за виникненням або розкриттям тріщин в елементах залізобетонних конструкцій пальових фундаме-

нтів.

5.2 Навантаження на лесову основу на рівні підшви фундаменту, як правило, повинні встановлюватись розрахунком, виходячи із сумісної роботи будівлі і основи згідно з вимогами СНиП 2.01.07, СНиП 2.02.01 і СНиП 2.02.03 на основі фактичних даних про конструкції будівлі і ґрунти основи, встановлених при обстеженні будівлі та інженерно-геологічних вишукуваннях. При виборі розрахункової статичної схеми будівлі слід враховувати порушення в конструкціях будівлі і міцності їх матеріалу, що мали місце на момент обстеження, а в оцінці роботи основи - нерівномірні її деформації, що виявились, і можливість їх зміни під час експлуатації після підсилення фундаментів.

Також необхідно враховувати призначення і особливості завантаження будівлі в період її експлуатації, що передувала обстеженню, з моменту будівництва, що допоможе визначити фактичне завантаження конструкцій будівлі і основи. Якщо є сусідні будівлі чи споруди, то треба враховувати і їхній вплив на умови завантаження основ як на період обстеження, так і при подальшій експлуатації підсиленої будівлі.

Визначення навантажень, що передаються на фундаменти і основи, повинно проводитись самостійно для кожного стану, сполучення навантажень і періоду роботи будівлі. При цьому слід виходити з того, що врешті решт основа стане водонасиченою, а навантаження на фундаменти і основу будуть відповідати найбільш несприятливим умовам замочування. Якщо в конструкцію і (чи) роботу підземної частини будівлі будуть внесені зміни, то це повинно враховуватись і в розрахунку системи "будівля-фундамент-основа". В разі необхідного обґрунтування, як виняток, допускається визначення навантажень без урахування перерозподілу зусиль за рахунок жорсткості надземної частини будівлі і піддатливості основи (по окремих перерізах).

Примітка 1 Для практичних розрахунків рекомендується використовувати обчислювальні комплекси з їх реалізацією на ЕОМ: для каркасних будівель використовується обчислювальний комплекс "МИРАЖ", розроблений НДІАСБ, для будівель з несучими стінами - обчислювальний комплекс "КРАПОФ", розроблений НДІБК, або їх аналоги.

Примітка 2 Зважаючи на те, що запропоновані конструктивні схеми підсилення буроін'єкційними палями орієнтовані на розвиток додаткових деформацій до 20 - 30 мм, нерівномірні деформації при розрахунку навантажень на фундаменти недеформованих будівель і споруд допускається не враховувати.

5.3 Розрахунок підсилення фундаментів повинен виконуватись з урахуванням виду і стану існуючих фундаментів, прийнятого способу підсилення і конкретної розрахункової схеми у відповідності з 5.4 - 5.11. Розрахунок проводиться для окремо стоячого або на 1 пог.м. стрічкового фундаменту.

5.4 Для випадку підсилення фундаментів мілкою закладання буроін'єкційними палями із жорстким об'єднанням їх з існуючим фундаментом (див. 2.6, 2.7) повинна виконуватись умова

$$\sum N^{\text{II}} \leq N_1^{\text{II}} + \frac{N_2^{\text{I}}}{\gamma_{\text{f-mt}}}, \quad (4)$$

де $\sum N^{\text{II}}$ - сумарне розрахункове вертикальне навантаження для другої групи граничних станів на рівні підшви підсиленого фундаменту, кН, визначається з урахуванням вказівок 5.2.

При простій і конструктивній схемі, відсутності сусідніх будівель і споруд та для недеформованих будівель (при збільшенні навантажень на фундаменти у випадку реконструкції) з урахуванням примітки 2 до 5.2

допускається визначати $\sum N^{\text{II}}$, як остаточну, за формулою

$$\sum N^{\text{II}} = N_0^{\text{II}} + G_f^{\text{II}} + G_r^{\text{II}} + G_s^{\text{II}}, \quad (5)$$

де N_0^{II} - розрахункове вертикальне навантаження від надземних конструкцій будівлі на верхньому уступі фундаменту, кН, з урахуванням реконструкції, що проводиться;

C.8 ВБН В.2.1-1-97

G_f^{II} - вага існуючого фундаменту, кН;

G_r^{II} - вага ростверка або інших елементів підсилення, кН;

G_s^{II} - вага ґрунту на уступах фундаменту і ростверка, підлоги та (або) вимощення в цих межах і можливих постійних чи тривалих тимчасових навантажень, кН.

Примітка. Значення, G_f^{II} , G_r^{II} , G_s^{II} визначають для другої групи граничних станів без урахування виважувальної дії підземних вод, рівень яких розташований чи прогнозується вище, ніж рівень підосви фундаменту.

N_1^{II} - розрахункове навантаження для другої групи граничних станів, кН, яке передається на існуючий фундамент після підсилення, визначається з урахуванням безпечного тиску на просідаючу основу за формулою

$$N_1^{\text{II}} = p_{\text{sl}} \cdot A, \quad (6)$$

де p_{sl} - мінімальна величина початкового тиску просідання, кПа, лесового ґрунту, який залягає на глибину $h = b$ нижче підосви фундаменту, визначається за рекомендаціями 4.12.

Для непросідаючої основи

$$N_1^{\text{II}} = \sigma_{\text{mt}} \cdot A, \quad (6a)$$

де σ_{mt} - середня напруга, кПа, на підосві фундаменту при виконанні умови $\sigma_{\text{mt}} \leq R$. Розрахунковий опір непросідаючого ґрунту визначається за формулою (7) СНиП 2.02.01, як це обумовлено в 4.14. Якщо фунда-

мент спирається на ґрунтову подушку, то допустимість значення σ_{mt} повинна контролюватись на її нижній

межі умовою (9) СНиП 2.02.01, де $R_z = p_{\text{sl}}$;

A - площа підосви фундаменту, м^2 , при її ширині b , м ;

N_2^{I} - розрахункове навантаження для першої групи граничних станів, кН, яке передається на буроін'єкційні палі підсилення, визначається за формулою

$$N_2^{\text{I}} = n \cdot F_{\text{d.sat}} / \gamma_k, \quad (7)$$

де n - кількість буроін'єкційних паль підсилення для фундаменту, який підлягає розрахунку;

$F_{\text{d.sat}}$ - розрахункова несуча здатність палі по ґрунту з урахуванням його можливого замочування, кН, яка визначається за рекомендаціями розділу 6 даних норм;

γ_k - коефіцієнт надійності, який приймається в залежності від способу визначення $F_{\text{d.sat}}$: 1,2 - при статичному випробуванні паль із замочуванням лесової основи; 1,3 - за результатами статичних випробувань паль у ґрунтах природної вологості з урахуванням можливого замочування в подальшому (див. 6.8); 1,4 - за даними інших методів, якщо їх вірогідність підтверджена перевіркою в регіональних умовах;

Середнє значення коефіцієнту надійності по навантаженню $\gamma_{\text{f.mt}}$ визначається за формулою

$$\gamma_{\text{f.mt}} = \frac{\sum N^{\text{I}}}{\sum N^{\text{II}}}, \quad (8)$$

де $\sum N^{\text{I}}$, $\sum N^{\text{II}}$ - сумарні розрахункові вертикальні навантаження відповідно для першої та другої груп граничних станів на рівні підосви фундаменту, які визначаються відповідно за формулами (9) та (5).

$$\sum N^{\text{I}} = N_0^{\text{I}} + G_f^{\text{I}} + G_r^{\text{I}} + G_s^{\text{I}}, \quad (9)$$

де значення навантажень визначаються для першої групи граничних станів аналогічно з формулою (5).

5.5 При позацентровому навантаженні фундаменту мілкого закладання, підсиленого буроін'єкційними

палями, повинна також виконуватись умова $\sigma_{mt} \leq p_{sl}$ а у формулу (6а) необхідно вводити значення $\sigma_{mt} \leq 1,2 R$.

Для будь-яких ґрунтових умов повинна також виконуватись умова $\sigma_{min} > 0$.

5.6. Для випадку підсилення пальових фундаментів буроін'єкційними палями з жорстким їх об'єднанням (див. 2.6, 2.7) повинна виконуватись умова

$$\sum N^I \leq N_1^I + N_2^I, \quad (10)$$

де $\sum N^I$ - сумарне розрахункове вертикальне навантаження для першої групи граничних станів на підсилений паловий фундамент на рівні підшви ростверку, кН, яке визначається за формулою (9);

N_1^I - розрахункове вертикальне навантаження для першої групи граничних станів, що передається на існуючий паловий фундамент, кН, яке визначається з урахуванням фактичної роботи паль за рекомендаціями 5.2 або за формулою

$$N_1^I = \beta \cdot n_1 F_{d.sat.1} / \gamma_k \quad (11)$$

де β - коефіцієнт, що враховує фактичні умови роботи фундаменту, який приймається рівним $\beta = 0,8 - 1,0$;

n_1 - кількість паль в існуючому фундаменті;

$F_{d.sat.1}$ - несуча здатність забивних, набивних або інших типів паль по ґрунту основи, влаштованих раніше, кН, яка встановлюється для водонасиченого стану ґрунтів основи за рекомендаціями СНиП 2.02.03;

γ_k - коефіцієнт надійності, який приймається за рекомендаціями СНиП 2.02.03 і 5.4;

N_2^I - розрахункове вертикальне навантаження для першої групи граничних станів, яке передається на буроін'єкційні палі підсилення, кН, визначається за формулою (7).

5.7 Розрахунок пальових ростверків, жорстко зв'язаних з існуючим фундаментом, слід виконувати у відповідності із вказівками СНиП 2.02.03, СНиП 2.03.01 та "Пособия по проектированию железобетонных ростверков свайных фундаментов под колонны зданий и сооружений" (до СНиП 2.03.01).

Навантаження, які діють на підшви ростверку, слід розглядати як зосереджені від окремих паль (приводяться до центру ваги їх перерізів) і розподілені по підшви від тиску ґрунтової основи (після підсилення).

5.8 Для пальових ростверків, які не зв'язані з існуючими фундаментами і поєднують відокремлені похилі буроін'єкційні палі (додаток А, схема 15), зовнішнім навантаженням є надмірний тиск по глибині основи, який діє крізь ґрунт безпосередньо на палі.

Визначення зусиль в палях допускається виконувати за спрощеною методикою, як для стрижня, шарнірно зв'язаного з ростверком і працюючого в пружному ґрунтовому середовищі, від дії активного тиску σ_{zp} , обчисленого за навантаженням N_1^I (див. 5.6), з урахуванням коефіцієнту постелі оточуючого ґрунту C_z (додаток Б, пункт Б.3).

5.9 Для відокремлених похилих буроін'єкційних паль (додаток А, схеми 14, 15) деформації ґрунтової основи необхідно визначати за СНиП 2.02.01 з урахуванням його армування похилими палями, приймаючи потужність стиснутої товщі в границях від підшви фундаменту до точки умовного перетину паль. Також повинна виконуватись вимога 5.12.

Параметри похилих паль та їх положення в ґрунті повинні гарантувати величини деформації, які не перевищують граничні, що встановлені СНиП 2.02.01.

5.10 При горизонтальних навантаженнях, що передаються на буроін'єкційні палі підсилення, в тому числі і влаштовані окремо у вигляді захисного ряду, слід виконувати перевірку за умовою

$$\sum H^I \leq \gamma_c \cdot n \cdot H_d / \gamma_k, \quad (12)$$

де $\sum H^I$ - сумарне розрахункове горизонтальне навантаження для першого фанічного стану, яке передається на ділянку з буроін'єкційних паль, кН, і визначається з урахуванням горизонтального тиску ґрунту основи та (або) інших горизонтальних навантажень, які передаються додатково на цей ряд паль як при виконанні робіт, так і в період експлуатації будівлі. Частина горизонтального навантаження, що сприймається існуючим фундаментом, в розрахунок не включається;

H_d - розрахункова несуча здатність одиночної палі на горизонтальне навантаження по ґрунту основи для короткочасного періоду виконання робіт з урахуванням природної вологості ґрунту, і, в інших випадках, з урахуванням його водонасиченості, тобто $H_d = H_{d.sat}$, яка встановлюється за рекомендаціями розділу 6 даних норм;

C.10 ВБН В.2.1-1-97

n - кількість буроін'єкційних паль на розрахунковій ділянці, яка сприймає горизонтальне навантаження;

γ_c - коефіцієнт умов роботи фундаменту на буроін'єкційних палях з навколишнім ґрунтом при передаванні горизонтальних навантажень, що приймається рівним для короточасних умов виконання робіт $\gamma_c = 0,9$, а для інших випадків $\gamma_c = 0,85$;

γ_k - коефіцієнт надійності, що приймається в залежності від способу визначення H_d за рекомендаціями 5.4, аналогічно палям, які працюють на вертикальне навантаження.

5.11 При необхідності підсилення лесової основи з метою підвищення її стійкості глибинному зсуву шляхом влаштування захисного ряду з буроін'єкційних паль, що перерізають можливу площину сковзання, в розрахунках допускається враховувати їх несучу здатність на горизонтальне навантаження по ґрунту основи у водонасиченому стані $H_{d.sat}$, як додаткове зусилля, що перешкоджає сковзанню. Так, у розрахунку по круглоциліндричним поверхням (додаток Б, пункт Б.4) до моменту утримуючих (граничних) сил M_u , кНм, необхідно додавати утримуючий момент M_u^l , кНм, від одного ряду паль, який визначається за формулою

$$M_u^l = n \cdot H_{d.sat} / \gamma_k \cdot \cos \alpha_0 \cdot R, \quad (13)$$

Тоді для методу розрахунку стійкості по круглоциліндричним поверхням повинна виконуватись умова

$$K = \frac{M_s}{M_u + M_u^l} = \frac{R \sum_{i=1}^n G_i^l \cdot \sin \alpha_i + T_k^l \cdot r \cdot k}{R \left(\sum_{i=1}^n G_i^l \cdot \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_{l,i} + b \sum_{i=1}^n l_i c_{l,i} + n H_{d.sat} / \gamma_k \cos \alpha_i \right)} =$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n G_i^l \cdot \sin \alpha_i + T_k^l \cdot \frac{r \cdot k}{R}}{\sum_{i=1}^n G_i^l \cdot \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_{l,i} + b \sum_{i=1}^n l_i c_{l,i} + n H_{d.sat} / \gamma_k \cos \alpha_i} \leq \gamma_c / \gamma_k, \quad (14)$$

де у формулах (13) та (14) K - коефіцієнт стійкості;

M_s - момент, обумовлений дією зсувних навантажень, кНм;

G_i^l - розрахункова вага i -того блоку ґрунту, що потенційно зсувається, з урахуванням навантаження, розташованого на його поверхні, за винятком тієї частини, яка передається на палі, що прорізують можливу поверхню сковзання, кН. Величина G_i^l для водонасиченого ґрунту обчислюється з урахуванням виваженої дії води;

T_k^l - розрахункові горизонтальні навантаження, які передаються від будівлі в межах розрахункової ділянки шириною b , м, та прикладені на відстані z_k , м, від центру круглоциліндричної поверхні сковзання;

R - радіус заданої круглоциліндричної поверхні сковзання, м;

α_i - кут між вертикальним напрямком і напрямком радіуса R в точці прикладання G_i^l , град;

α_0 - кут між віссю вертикальної палі та радіусом, проведеним до її перетину з поверхнею сковзання, град.;

$\varphi_{l,i}$ та $c_{l,i}$ - відповідно кут внутрішнього тертя, град., та питоме зчеплення, кПа для першого граничного стану ґрунту в межах поверхні сковзання для i -того потенційно сповзаючого блоку;

l_i - довжина поверхні сковзання для i -того блоку, м;

n - кількість паль в розрахунковій ділянці шириною b , м ;

$H_{d.sat}$ - несуча здатність на горизонтальне навантаження одиночної буроін'єкційної палі по ґрунту основи у водонасиченому стані, кН, яка визначається як і для формули (12);

γ_k, γ_c - коефіцієнти, як і у формулі (12) ;

γ_n - коефіцієнт надійності, який приймається в залежності від класу відповідальності будівлі або споруди за рекомендаціями 2.58 СНиП 2.02.01.

Якщо підсиленню підлягає існуючий пальовий фундамент, в розрахунку допускається враховувати й

опір горизонтальному навантаженню цих паль, виходячи з формули (13).

При інших методах розрахунку стійкості на глибинний зсув потрібно введення відповідних змін до формул (13) та (14).

5.12. При підсиленні основи шляхом армування її похилими буроін'єкційними палями повинна виконуватись умова

$$\sum N^{\text{II}} - p_{\text{sl}} \cdot A_0 \leq n \cdot p_{\text{sl}} \cdot (d + 0.5) (l_1 + l_2), \quad (15)$$

де $\sum N^{\text{II}}$ - розрахункове навантаження на рівні підшви фундаменту існуючої будівлі для другої групи граничних станів, яке визначається без урахування ваги ростверка паль підсилення і ґрунту на його уступі за формулою (5);

p_{sl} - початковий тиск просідання лесового ґрунту, який визначається, як у формулі (6);

A_0 - горизонтальна проекція поверхні, м^2 , передачі тиску від фундаменту в площині похилих буроін'єкційних паль, які армують ґрунти основи. Її величина визначається умовою розсіювання напруг у ґрунті під кутом 30° від граней підшви фундаменту. В розрахунок вводиться її умовна середня величина а) для стрічкового фундаменту (на 1 пог.м.)

$$A_0 = b + 2 h_{\text{mt}} \cdot \text{tg } 30^\circ, \quad (16)$$

б) для прямокутного (стовпчастого) фундаменту

$$A_0 = (b + 2 h_{\text{mt}} \cdot \text{tg } 30^\circ) (l + 2 h_{\text{mt}} \cdot \text{tg } 30^\circ), \quad (17)$$

де у формулах (16) та (17) b , l - відповідно ширина и довжина підшви фундаменту, м;

h_{mt} - відстань від підшви фундаменту до вісі похилої палі по вертикальній вісі, яка проходить через центр ваги фундаменту, м;

n - кількість паль, які припадають на розрахункову ділянку фундаменту з одного або з двох його боків;

d - діаметр палі, м, а 0,5 м враховує розподільчу здатність палі;

l_1 и l_2 - ділянки однієї палі, м, які виходять за межі зони просідання під фундаментом, як це вказано

вище для формул (16) і (17). В розрахунок допускається вводити розміри l_1 и l_2 не більше $6d$ кожний.

5.13 Для поліпшення роботи похилих буроін'єкційних паль армування їх голов слід поєднати балковим або стрічковим ростверком, який дозволяє не тільки рівномірно залучати палі до роботи, але і використовувати його для передачі тиску на ґрунт.

5.14 Розрахунок просідаючої основи за деформаціями для випадків підсилення, вказаних в 5.4, 5.5, 5.6, 5.10 виконується за вимогами СНиП 2.02.03 як для умовного фундаменту. Якщо палі підсилення спираються на лесові просідаючі ґрунти, то на рівні підшви умовного фундаменту повинна виконуватись умова

$$\sigma_{\text{zgi}} + \sigma_{\text{zpi}} + p_{\text{sli}}, \quad (18)$$

де σ_{zgi} - природний тиск, кПа, на рівні підшви умовного фундаменту;

σ_{zpi} - додатковий тиск, кПа, який визначається як тиск від існуючої та підсилюваної частини фундаменту на рівні підшви умовного фундаменту;

p_{sli} - початковий тиск просідання, кПа, на рівні підшви умовного фундаменту.

Умова (18) повинна виконуватись і нижче підшви умовного фундаменту. Це означає, що просідання від додаткового тиску $S_{\text{sl.p}}$ не допускається. При спиранні паль на непросідаючі підстильні шари ґрунту умовний фундамент визначається таким же чином.

Величина осідання основи визначається у відповідності з вимогами СНиП 2.02.01.

5.15 В розрахунок за деформаціями основи повинна виконуватись умова

$$S_0 + S \leq S_u, \quad (19)$$

де S_0 - фактичне осідання, см, яке відбулося на момент підсилення, включаючи і деформації просідання. Встановлюється за розрахунками, наведеними в СНиП 2.02.01, відповідними первісному проектуванню.

C.12 ВБН В.2.1-1-97

ню будівлі, і перевіряється за даними геодезичних наглядів (фіксація деформованого стану), зміненої щільності ґрунту під фундаментом в процесі експлуатації будівлі до моменту підсилення;

S - додаткове осідання умовного пальового фундаменту, см, яке дозволяє залучити буріно-екційні палі в роботу;

S_u - граничне осідання основи підсилюваної будівлі, см, яка встановлюється за таблицею додатку 4 СНиП 2.02.01.

5.16. Додатково до абсолютних деформацій повинна бути перевірена допустимість нерівномірних деформацій за умовою

$$i_0 + i \leq i_u, \quad (20)$$

де i_0 - нерівномірна відносна деформація окремих фундаментів або їх ділянок підсилюваної будівлі на момент її підсилення, яка встановлюється за геодезичними замірами різниці осідань відповідних фундаментів або їх ділянок;

i - додаткові нерівномірні відносні деформації тих самих фундаментів, що погіршують їх роботу;

i_u - гранична відносна деформація основи будівлі для даного типу будівлі, що встановлюється як допустима відносна різниця осідань за таблицею додатку 4 СНиП 2.02.01.

5.17 При підсиленні будівель самостійними фундаментами з буріно-екційних паль в розрахунку деформацій основи слід враховувати їх вплив на існуючі фундаменти. Якщо останні в процесі підсилення розвантажуються, то в розрахунку необхідно враховувати, як додатковий, тиск в лесовій основі до і після підсилення. Якщо його величина після підсилення з урахуванням впливу знов споруджуваного пальового фундаменту не перебільшує раніше існуючий, додаткові деформації відбуватися в його основі не будуть.

Таким же чином слід враховувати вплив додаткових тисків, викликаних підсиленням, на основи сусідніх будівель та споруд, щоб уникнути їх небажаних деформацій.

5.18 При армуванні лесової просідаючої основи похилими буріно-екційними палями додатково до розрахунку умовного фундаменту за деформаціями (див. 5.14 - 5.16) необхідно розраховувати деформації просідання в основі під підшою фундаменту за 5.19, 5.20.

5.19 Абсолютні деформації армованої лесової основи повинні контролюватись за умови

$$S_0 + S + S_{sl.0} + S_{sl} \leq S_u, \quad (21)$$

де S_0, S и S_u - як і у формулі (19);

$S_{sl.0}$ та S_{sl} - просідання під фундаментом, відповідно до підсилення (таке, що вже відбулося) і можливе розрахункове після підсилення, см.

$S_{sl.0}$ встановлюється за геодезичними вимірами, так і за даними зволоження і ущільнення ґрунту під підшою фундаменту. Просідання від додаткового тиску $S_{sl.0}$ відбувалось в основі з урахуванням повної потужності зони просідання, в той час, як S_{sl} буде відбуватись в обмеженій по висоті зоні h_{mt} (див. 5.12). Його величина повинна визначатись із врахуванням фактичного просідання, яке встановлюється за зразками ґрунту, відібраного під підшою фундаменту, як це вимагається в розділі 4 даних норм. Використовуючи розрахунковий метод СНиП 2.02.01 (додаток 2) і формули (2) і (3) даних норм, значення S_{sl} визначають за формулою

$$S_{sl} = \sum_0^{h_{mt}} (\epsilon_{sl.i} - \epsilon_{sl.0}) k_i, \quad (22)$$

де $\epsilon_{sl.i}, \epsilon_{sl.0}$ - відносне просідання як у формулі (3), кє визначається для ґрунту під фундаментом при тиску $\sigma_{tot.i} = \sigma_{zg.i} + \sigma_{zp.i}$ для середини кожного розрахункового шару основи;

h_i - висота і-того шару в межах основи, не більше $1/4 b$, на які розподілена товща h_{mt} від підшови фундаменту до вісі палі, як у формулах (16) и (17).

5.20 Нерівномірні деформації у випадку армування просідаючої основи палями повинні не перевищувати граничні

$$i_0 + i + i_{sl.0} + i_{sl} \leq i_u, \quad (23)$$

де i_0, i_u , та i_u - те ж саме, що i у формулі (20);

$i_{sl,0}, i_{sl}$ - відносні нерівномірні деформації просідання в основі сусідніх фундаментів або їх ділянок, які встановлюються з урахуванням 5.16 і 5.17.

5.21 Для ґрунтових умов II типу за просіданням підсилення існуючих фундаментів повинно виконуватись з урахуванням негативних сил тертя, що чинять навантажувальну дію на палі при просіданні ґрунту під дією власної ваги.

Розрахунок деформацій основи за формулами (19), (20), (21), (22) та (23) повинен виконуватись з урахуванням величини просідання від дії власної ваги, яке додатково проявляється за закономірностями, обумовленими в СНиП 2.02.01 та СНиП 2.01.09. Величина можливого просідання повинна обчислюватись з урахуванням характеру замочування основи за формулами (2) та (3) даних норм.

5.22 Для інших типів паль (буроін'єкційних, буроопускних або вдавлених), які можуть застосовуватись при підсиленні разом з буроін'єкційними, розрахунки пальових фундаментів за несучою здатністю основи повинні виконуватись з урахуванням вказівок СНиП 2.02.03 та вимог даного розділу норм. Розрахунки основ таких пальових фундаментів за деформаціями виконуються аналогічно фундаментам з буроін'єкційних паль.

5.23 Кількість буроін'єкційних паль та їх розташування в плані повинні визначатись диференційовано, з урахуванням місцевого перерозподілу навантаження по стіні (пілястри, розширення, виступи і т.п.).

5.24 Розрахунок тіла ростверка і конструювання пальових фундаментів з буроін'єкційних паль виконується у відповідності з вимогами СНиП 2.02.03, СНиП 2.03.01 та "Рекомендацій по применению буроинъекционных свай".

5.25 Ростверки або їх елементи, які об'єднують палі з існуючими фундаментами, повинні виконуватись, як правило, залізобетонними. Допускається в окремих випадках виконання зв'язуючих елементів із профільного металу з наступним його антикорозійним захистом.

5.26 Ростверки повинні підвищувати жорсткість існуючих фундаментів в цілому. Допускається, при необхідності, створення додаткових самостійних ростверків, які можуть об'єднуватись з іншими ростверками і фундаментами.

На ділянках, де виконані осідальні шви в будівлі, ростверки слід переривати.

6 ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ОДИНОЧНОЇ БУРОІН'ЄКЦІЙНОЇ ПАЛІ

6.1 При визначенні несучої здатності одиночної буроін'єкційної палі в лесових ґрунтах слід керуватись вимогами СНиП 2.02.03 і вказівками даного розділу.

6.2 Буроін'єкційні палі в умовах підсилення основ та фундаментів існуючих будівель на лесових ґрунтах території України проектується, як правило, висячими. Спирання паль допускається, як виняток. При цьому палі повинні спиратися на непросідаючі ґрунти при незначних навантаженнях на них, та прорізати просідаючу товщу I типу.

Допускається влаштування паль-стояків тільки при заляганні скельових ґрунтів в безпосередній близькості від лесової товщі, коли їх виготовлення економічно і технологічно виправдане.

Буроін'єкційні палі можуть влаштовуватись як вертикальними, так і похилими, що визначається умовами їх роботи в ґрунтовому середовищі і технологічними можливостями.

6.3 Несуча здатність одиночної буроін'єкційної палі визначається по матеріалу палі $F_d(H_{d.m})$ і ґрунту основи $F_d(H_d)$. При цьому повинна виконуватись умова $F_{d.m} \geq F_d(H_{d.m} \geq H_d)$. Тільки у випадку паль-стояків може бути $F_d > F_{d.m} (H_d > H_{d.m})$ якщо величина $F_{d.m}(H_{d.m})$ є достатньою для підсилення існуючого фундаменту.

6.4 При розрахунку паль за міцністю матеріалу палю слід розглядати як стрижень, жорстко затиснутий у ґрунті, в перерізі, що знаходиться на відстані l_0 від підшви ростверка (див. 6.5. даних норм) з урахуванням первісно можливого викривлення її вісі, тобто початкового ексцентриситету, за вимогами СНиП 2.03.01.

6.5 Мінімальна розрахункова довжина буроін'єкційної палі l_0 повинна визначатись з урахуванням модуля деформації лесового ґрунту під ростверком у водонасиченому стані E_{sat} . При величині $E_{sat} < 0,5$ МПа, $l_0 = 30 d$, при $E_{sat} = 5$ МПа, $l_0 = 15d$, а в проміжку між ними визначається за інтерполяцією. Якщо ґрунти слабопросідаючі, то при $E_{sat} > 10$ МПа значення l_0 призначають за вимогами СНиП 2.02.03. При значеннях E_{sat} від 5,0 до 10,0 МПа l_0 визначають за інтерполяцією. Допускається приймати для $E_{sat} = 10$ МПа, $l_0 = 10d$.

6.6 Величина ексцентриситету повинна призначатись як сума величин: ексцентриситету e_{cal} , який визначається за статичними розрахунками, і початкового ексцентриситету e_0 . Величина останнього призначається з урахуванням прийнятої технології влаштування буроін'єкційних паль I в залежності від розрахункової довжини l_0 за співвідношенням $e_0 = 0,002 l_0$.

6.7 Несуча здатність палі по ґрунту $F_{d.sat} (H_{d.sat})$ повинна встановлюватись, як правило, на основі випробування одиночної вертикальної палі статичним навантаженням із замочуванням основи за методикою ГОСТ 5686 і вимогами СНиП 2.02.03.

При незначних обсягах робіт допускається, як виняток, визначати несучу здатність палі за ґрунтом від дії вертикальних навантажень за результатами статичного зондування.

6.8 При випробуванні одиночних паль за методикою ГОСТ 5686 статичним навантаженням у ґрунтах природної вологості допускається встановлювати $F_{d.sat}$ та $H_{d.sat}$ шляхом зниження величини F_d та H_d для ґрунтів даної вологості за формулами

(24)

$$H_{d.sat} = k_s \cdot H_d, \quad (24a)$$

де k_s - знижуючий коефіцієнт для зв'язних ґрунтів, встановлений на підставі дослідних даних, який повинен прийматися при ступені вологості $S_r \leq 0,3$, $k_s = 0,3$; при $S_r = 0,5$, $k_s = 0,5$; при $S_r = 0,8$, $k_s = 1,0$ (для інших значень S_r , k_s визначаються за інтерполяцією). Врахування повинно проводитись диференційовано по глибині;

F_d, H_d - несуча здатність по ґрунту одиночної буроін'єкційної палі за ґрунтом від дії відповідно вертикального та горизонтального навантажень, кН.

6.9 При наявності регіональних дослідних коефіцієнтів допускається приймати значення F_d , як остаточне, для розрахунків за даними статичного зондування або випробувань ґрунтів еталонною палею. Методика випробувань повинна відповідати вимогам ГОСТ 20069 і ГОСТ 24942, а ґрунти повинні бути у водонасиченому стані за вимогами СНиП 2.02.03. При наявності тільки результатів статичного зондування в ґрунтах природної вологості перехідні коефіцієнти для водонасиченого стану повинні бути встановлені додатково.

6.10 Для майданчиків II типу ґрунтових умов за просіданням при визначенні несучої здатності окремих паль $F_{d.sat}$ за 6.7 - 6.9 необхідно враховувати негативне тертя згідно з вимогами СНиП 2.02.03. При цьому буроін'єкційні палі повинні влаштовуватись як палі, що повністю прорізають лесову товщу із заведенням їх у підстильний непросідаючий ґрунт для палі-стояка не менше ніж на 0,5 м, а для висячої палі – 2 м.

6.11 Для попереднього призначення розмірів паль допускається користуватись методом розрахунку за табличними даними, наведеними у СНиП 2.02.03 або РСН 263.

6.12 При похилих буроін'єкційних палях значення F_d повинні визначатися з урахуванням реальних розрахункових схем та взаємодії паль з існуючим фундаментом.

6.13 При похилих буроін'єкційних палях, що використовуються для армування просідаючої основи, як це вказано в розділі 7 СНиП 2.02.03, необхідно:

а) виконати розрахунок стволу палі на вигин від додаткового тиску існуючого фундаменту, вважаючи, що на палю буде діяти в межах зони стискання тільки тиск, який вищий за початковий тиск просідання;

б) виконати розрахунок на поздовжнє навантаження від тиску фундаменту, яке передається крізь ґрунт на палю.

6.14 Допускається виконувати розрахунок одиночних вертикальних і похилих буроін'єкційних паль на одночасну дію вертикальних і горизонтальних навантажень за додатком 1 СНиП 2.02.03. При цьому коефіцієнт постелі C_z повинен призначатися з урахуванням водонасиченого стану ґрунту. Для попередніх розрахунків величину C_z допускається призначати в межах $C_z = 3000 - 8000$ кН/м³.

При цьому розрахунок повинен включати :

а) розрахунок несучої здатності палі по ґрунту на дію поздовжньої сили

$$N_i \leq \frac{F_{dsat,1}}{\gamma_k}, \quad (25)$$

де N_i - розрахункове навантаження, що передається на палю, кН, (поздовжнє зусилля, яке виникає в ній при включенні в роботу конструкції підсилення, і одержане в результаті розрахунку її на розрахункові навантаження);

$F_{dsat,1}$ - несуча здатність буроін'єкційної палі, кН, яка визначається для водонасиченого стану ґрунтів основи за рекомендаціями СНиП 2.02.03;

γ_k - коефіцієнт надійності, який приймається за 5.4 даних норм.

б) перевірку стійкості ґрунту, який оточує палю, відповідно до пункту 13 додатка 1 СНиП 2.02.03

$$\sigma_z \leq \eta_1 \eta_2 \frac{4}{\cos \varphi_1} (\gamma_1 z \operatorname{tg} \varphi_1 + \xi C_1), \quad (26)$$

де σ_z - розрахунковий тиск на ґрунт бокової поверхні палі від дії розрахункових навантажень, кПа, який визначається за формулою (35) додатку 1 до СНиП 2.02.03 на глибині z від підшви ростверка, а інші значення величин, що входять до формули (26), визначаються у відповідності з вказівками пункту 13 додатку 1 СНиП 2.02.03.

Якщо розрахунковий тиск на ґрунт σ_z не задовольняє умові (26), але при цьому несучі здатності за матеріалом недовикористані, то розрахунок слід повторити, прийнявши зменшене значення коефіцієнта пропорційності k (пункт 14 додатку 1 СНиП 2.02.03). При новому значенні k необхідно перевірити міцність палі за матеріалом.

в) перевірку перерізів паль за міцністю матеріалу паль, за виникненням та розкриттям тріщин на спільну дію розрахункових зусиль - поздовжньої сили, згинального моменту і поперечної сили - у відповідності із СНиП 2.03.01.

г) розрахунок паль (пальових ростверків) за деформаціями, який включає перевірку додержання умов допустимості розрахункового горизонтального переміщення голови палі U_p і кута її повороту Ψ_p за умовою

$$U_p \leq U_n, \quad \Psi_p \leq \Psi_n, \quad (27)$$

де U_p, Ψ_p - розрахункові значення відповідно горизонтального переміщення голови палі і кута її повороту, які визначаються розрахунком (додаток 1 СНиП 2.02.03);

U_n, Ψ_n - граничні значення вищевказаних параметрів, що встановлюються в завданні на проектування підсилення.

д) розрахунок підсиленого фундаменту за вертикальними деформаціями (.5.14 і 5.15 даних норм).

6.15 У виняткових випадках при необхідності сприймання значних горизонтальних навантажень на підсилюваний фундамент допускається несучу здатність палі $H_{d.sat}$ визначати за даними випробування одиночних паль горизонтальним статичним навантаженням.

6.16 Вводиться в розрахунок значення несучої здатності одиної палі по ґрунту $F_{d.sat}(H_{d.sat})$ яке повинно бути меншим, ніж несуча здатність по матеріалу.

7 ТЕХНОЛОГІЯ ВЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ НА БУРОІН'ЄКЦІЙНИХ ПАЛЯХ

7.1 При підготовці існуючих фундаментів для підсилення, влаштування, буріон'єкційних паль, ростверків повинні виконуватись вимоги СНиП 3.02.01.

Для влаштування буріон'єкційних паль застосовуються, в залежності від характеру роботи, цементні, цементно-піщані, цементно-бентонітові розчини класу за міцністю не нижче В15 з крупністю піску не більше 1 мм. Співвідношення компонентів за вагою таке: для цементно-піщаних розчинів (цемент - пісок - вода) - 1,0 - (1,0 - 1,5) - (0,4 - 0,7); для цементно-бентонітових розчинів (цемент - бентоніт - вода) - 1,0 - 0,03 - 0,6. Склад розчинів слід вказувати в проекті підсилення фундаментів.

Щільність розчинів повинна бути в межах 1,95 - 2,07 г/см³; рухомість за конусом АзНДІ - 13 - 17 см, водовіддача не більше 2%, міцність розчину за випробуванням кубиків 7x7x7 см у 7-добовому віці не менше 15 МПа, в 28-добовому - 23 МПа.

Технологічний цикл влаштування буріон'єкційних паль включає буріння свердловини, заповнення її розчином, встановлення арматурного каркасу та опресовування. Буріння "свердловин виконується станками обертального буріння, в нестійких ґрунтах - під захистом обсадних труб або глинистого розчину. По закінченні буріння свердловина крізь буровий став промивається від шламу свіжим буровим розчином на протязі 3-5 хв. Потім крізь буровий став або трубку-ін'єктор свердловина заповнюється твердіючим розчином до повного витіснення глинистого розчину, після чого встановлюється арматурний каркас. Довжина зварюваних секцій арматурного каркасу визначається умовами виконання робіт. Якщо армокаркас встановлюється у свердловину, заповнену розчином, час його складання не повинен перевищувати строк тужавлення розчину. Після цього виконується опресовування палі на протязі 1 - 3 хв. розчином під тиском 0,2 - 0,3 МПа, в гирлі свердловини встановлюється тампон з обтюратором, а для контролю величини тиску - манометр.

При використанні обсадних труб вони можуть бути збережені у свердловині без витягнення, що повинно бути обґрунтовано техніко-економічним розрахунком.

Технологічні схеми влаштування буріон'єкційних паль в різних ґрунтових умовах, а також технічні характеристики машин та механізмів, що при цьому застосовуються, наведені в додатку Е.

7.2 Конструювання буріон'єкційних паль повинно відповідати вимогам "Рекомендацій по применению буринъекционных свай". /НИИОСП им.Герсееванова М. 1984/.

C.16 ВБН В.2.1-1-97

7.3 При підсиленні основ та фундаментів буроін'єкційними палями, які проходять крізь тіло існуючого фундаменту, при необхідності виконується закріплююча цементация власне фундаменту та пустот, які можуть мати місце між фундаментами і ґрунтом, тоді як в інших випадках застосування буроін'єкційних паль цементацийні роботи не виконуються. Технологія влаштування закріплюючої цементации наведена в додатку Ж.

7.4 Допускається використовувати при влаштуванні буроін'єкційних паль нові методи і технології за погодженням з організаціями-розробниками даних норм.

Допускається також змінювати технологічний процес у межах стиснених внутрішніх ділянок будівлі (споруди) за умови, що якість паль, а також їх загальна несуча здатність не зменшаться.

7.5 До початку робіт по підсиленню фундаментів необхідно виконати, при необхідності, підсилення стін будівлі (споруди).

7.6 В період виконання робіт по підсиленню фундаментів необхідно встановити нагляд за деформаціями будівлі (споруди) у відповідності із розробленою програмою (нагляд за маяками, марками і т.п.). У випадку виявлення при бурінні свердловин підземних ходів, пустот, змін у глибині закладання існуючих фундаментів, або в їх конструкції, необхідно призупиняти буріння в даному місці до прийняття рішення в кожному конкретному випадку автором проекту підсилення.

7.7 Поверхні старих фундаментів, що стикаються з новим ростверком підсилення, повинні бути ретельно очищені від ґрунту, а ділянки порушеної конструкції ліквідовані або замінені. Повинно бути також забезпечено надійне зчеплення між новою і старою конструкціями. Вказівки про це повинні бути наведені в проекті підсилення.

7.8 Особливу увагу при влаштуванні підошв-ростверків слід звертати на послідовність виконання і розміри захваток. Ці питання необхідно вирішувати в проекті виконання робіт. Однак слід мати на увазі, що у випадку застосування монолітних залізобетонних підошв-ростверків, які влаштовуються під існуючими стрічковими фундаментами, ці підошви-ростверки не повинні мати довжину більше 1,0 м без додаткового кріплення і виконувати їх слід не послідовно, а врозбіж.

7.9 Зворотне засипання пазух траншей або котлованів після виконання робіт по влаштуванню паль і ростверків слід виконувати у відповідності із вказівками розділу 4 СНиП 3.02.01.

7.10 При розробці проектів підсилення фундаментів на лесових та лесоподібних ґрунтах буроін'єкційними палями ширина вимощення навколо будівлі (споруди) після підсилення повинна передбачатися не менше 1,5 м, а для пилювато-глинистих і пісчаних ґрунтів - не менше 0,8 м при рівному рельєфі місцевості.

7.11 При розробці проектів підсилення фундаментів і виконанні робіт слід звертати увагу на існуючі водонесучі комунікації в зоні підсилення. Після підсилення фундаментів примикаючі ділянки всіх водонесучих комунікацій слід проектувати і виконувати (для умов лесових, а також лесоподібних ґрунтів) у каналах із влаштуванням протиуклону від будівлі.

7.12 При виконанні робіт по підсиленню фундаментів необхідно передбачити надійний захист котлованів і траншей від попадання в них поверхневих та атмосферних вод і води при приготуванні розчинів і бетону, щоб уникнути замочування лесової основи.

7.13 При використанні для підсилення на окремих ділянках будівлі чи споруди буронабивних або вдавлених паль їх влаштування повинно виконуватись з урахуванням вимог відповідних нормативних документів на виконання робіт.

7.14 При виконанні робіт по підсиленню існуючих фундаментів буроін'єкційними палями слід вести контроль за роботами, що виконуються.

Класифікація видів контролю повинна відповідати вимогам додатка 1 СНиП 3.02.01. Додаткові вимоги по контролю повинні бути наведені в проекті виконання робіт.

При прийманні паль та палевих фундаментів пред'являється така документація:

проект пальових фундаментів (проект підсилення існуючих фундаментів буроін'єкційними палями);

проект виконання робіт;

дані про результати геологічних і гідрогеологічних досліджень, про агресивність ґрунтових "і поверхневих вод;

документи по випробуванням паль статичним навантаженням;

акти приймання котловану до початку робіт та схеми геодезичної розбивки і закріплення вісей пальових фундаментів;

дані про результати випробування матеріалів, застосованих для паль і ростверків, паспорта на бетонну суміш ;

акти приймання арматурних каркасів і стрижнів до їх занурення;

акти контрольних перевірок розмірів бурових свердловин, а також акти освідчення прихованих робіт складені за формою 6* додатка 6 СНиП 3.01.01;

журнали влаштування паль за встановленою формою (див. додаток К до даних норм);

зведені відомості паль за встановленою формою (див. додаток Л до даних норм);

виконавчий план розташування паль в будівлі (споруді) або її конструктивній частині;

акти лабораторних випробувань контрольних бетонних кубиків;

акти випробувань міцності бетону голов паль неруйнівним склерометричним методом, якщо такі виконувались.

Приймання повинне супроводжуватись: вивченням пред'явленої документації, оглядом паль з перевіркою відповідності виконаних робіт проекту і даним нормам; інструментальною перевіркою правильності положення паль; контрольними випробуваннями паль, якщо їх несуча здатність викликає сумніви.

В процесі перевірки виявляються: відповідність несучої здатності паль за даними статичних випробувань розрахунковій за проектом; відхилення паль у плані від проектного положення; відповідність розмірів паль (довжин та діаметрів, відміток голів і підшв паль), вказаних у журналі, проектним. Розміри в головній частині паль перевіряються у вибіркового порядку. Перевіряється відповідність класу бетонної суміші, міцності бетону в головній частині паль, а також армування паль проектним даним.

Відхилення центру паль від проектного положення в плані не повинні перевищувати 5 см.

Відхилення діаметрів паль від проектних не повинні перевищувати, мм :

для паль, виконаних сухим методоммінус 5, плюс 20

для паль, виконаних із застосуванням глинистого розчину..... мінус 10, плюс 30

При виявленні відхилень, які перевищують наведені вище допуски, рішення приймається проектною організацією.

Приймання паль оформлюється актом комісії у складі представників замовника, генпідрядника і виконавців робіт, в якому повинні бути відзначені всі дефекти, що виявлені в процесі приймання, вказані терміни їх усунення та дана оцінка якості робіт. Акт приймання оформлюється у відповідності з додатком 7 СНиП 3.01.01.

8 ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВЛАШТУВАННІ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ ТА ПІДСИЛЕННІ ІСНУЮЧИХ ФУНДАМЕНТІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БУРОІН'ЄКЦІЙНИХ ПАЛЬ

8.1 При виконанні робіт необхідно дотримуватись правил техніки безпеки у відповідності з вимогами СНиП III-4.

8.2 Роботи по підсиленню основ та фундаментів буроін'єкційними палями необхідно виконувати лише при наявності проекту виконання робіт та технологічних карт з детальним вирішенням питань безпечного ведення робіт.

8.3 Для будівель (споруд), стан яких за результатами обстеження визначений, як аварійний, виконувати підсилення буроін'єкційними палями дозволяється тільки після попереднього забезпечення тимчасової або постійної безпеки роботи їх конструкцій в умовах можливого впливу робіт, що виконуватимуться.

Роботи по підсиленню основ та фундаментів буроін'єкційними палями слід відносити до робіт з підвищеною небезпекою, які виконуються лише за нарядами-допусками і тільки в присутності осіб, відповідальних за безпечне виконання робіт.

8.4 Технічний стан бурової установки, надійність кріплення її вузлів необхідно перевіряти перед початком кожної зміни.

8.5 Перед пуском бурової установки необхідно подавати звуковий сигнал.

8.6 Перед початком огляду, змащування, чищення або усунення будь-яких пошкоджень бурової установки буровий інструмент повинен бути поставлений у стійке положення, а двигун вимкнений.

8.7 Пробурені свердловини при припиненні робіт повинні бути надійно закриті щитами або відгороджені із встановленням на них попереджувальних знаків. Не допускається попадання розпушеного ґрунту на вибір свердловини. Для захисту від попадання ґрунту після влаштування свердловини рекомендується використовувати інвентарні металеві оголовки довжиною до 0,5 м. Оголовки знімають після завершення бетонування паль.

8.8 Застосування ін'єкційних шлангів дозволяється тільки після їх випробування у відповідності з вимогами ГОСТ 18698.

8.9 При виконанні робіт по влаштуванню свердловин необхідно ретельно слідкувати за інженерними комунікаціями, які підходять до будівлі, і не допускати їх пошкодження.

Інженерні мережі та комунікації, розташовані ближче, ніж 2 м від свердловини, на період виконання робіт мають бути відключені. Роботи по влаштуванню буроін'єкційних паль в зоні інженерних мереж та комунікацій повинні проводитись лише з дозволу власників мереж та в присутності інженерно-технічних працівників, відповідальних за їх технічний стан.

8.10 При виконанні робіт по влаштуванню свердловин всередині приміщень з установками, які працюють на бензині або солярці, в цих приміщеннях необхідно забезпечити на час виконання робіт примусову припливно-витяжну вентиляцію, а працюючі повинні бути захищені респіраторами або протигазами.

8.11 Концентрації в повітрі робочої зони при виконанні зварювальних робіт у відповідності з ГОСТ 12.1.005 не повинні перевищувати: для зварювальної аерозолі - 2 мг/м³, окису вуглецю - 20 мг/м³, окису марганцю - 0,2 мг/м³, фтористого водню - 0,5 мг/м³.

8.12 При перевантаженні цементу концентрації цементного пилу в робочій зоні повинні бути не більше 6 мг/м³ по ГОСТ 12.1.005 і не більше 0,3 мг/м³ для атмосферного повітря населених місць.

8.13 В пояснювальних записках проектів, що розроблюються, підсилення фундаментів буроін'єкційними палями слід передбачати розділ, який вміщує вказівки по безпечній експлуатації фундаментів будівлі після їх підсилення.

Додаток А
(рекомендований)

НАЙБІЛЬШ РОЗПОВСЮДЖЕНІ КОНСТРУКТИВНІ СХЕМИ
ПІДСИЛЕННЯ ОСНОВ І ФУНДАМЕНТІВ ТА ОБЛАСТЬ
ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

А.1 При розробці проектів підсилення основ і фундаментів розглядається декілька найбільш поширених схем з використанням буріоін'єкційних паль.

А.2 Конструктивні схеми підсилення існуючих фундаментів буріоін'єкційними палями (див. рисунки А.1 - А.4) за призначенням поділяються на три групи, які забезпечують:

- а) жорсткий зв'язок з тілом фундаменту (схеми 1-10, 16-21);
- б) захист основ та фундаментів від випирання ґрунту (схеми 11-13);
- в) армування лесової основи (схеми 14, 15).

А.3 Конструктивні особливості та область застосування наводяться додатково для кожної з визначених схем підсилення:

Схема 1 - вертикальні палі, які влаштовуються крізь тіло існуючого стовпчастого або стрічкового фундаменту при глибині закладання до 1,5 м і розширеннях на рівні підшви відносно стіни (стовпа, колони) більше 500 мм.

Схема 2 - похилі палі, які влаштовуються крізь тіло існуючого стовпчастого або стрічкового фундаменту, в тому числі при розширеннях на рівні підшви менше 500 мм..

Схема 3 - вертикальні, похилі палі або їх сполучення, які влаштовуються за межами існуючого фундаменту і з'єднуються притискуючими ростверками в рівні підшви існуючого фундаменту.

Схема 4 - вертикальні палі з'єднані ростверком, який влаштовується нижче підшви існуючого фундаменту. Глибина закладання існуючого фундаменту не повинна перевищувати 1,5 м, а вільний простір від стіни або підколонника стовбчастого фундаменту повинен бути не менше 1,5 м.

Схема 5 - те саме, що і схема 4 при підсиленні вертикальними і похилими палями.

Схема 6 - вертикальні парні палі, які влаштовуються за межами існуючого фундаменту (при глибині закладання його більше 1,5 м), і з'єднуються з фундаментом вище його підшви балковим ростверком.

Схема 7 - вертикальні та (або) похилі палі, в тому числі ті, які проходять крізь тіло фундаменту, з'єднані з фундаментом вище його підшви балковим ростверком.

Схеми 8, 9, 10 - вертикальні і похилі палі, які використовуються для підсилення споруд типу підпірних стін.

Схеми 11, 12, 13 - вертикальні і похилі палі, що влаштовуються, як відокремлені, в тому числі і з'єднані окремим ростверком, які забезпечують стійкість ґрунту основи існуючих фундаментів. Схема 11 застосовується при глибині котловану або траншеї до 1,5 м, схема 12 - більше 1,5 м. Схема 13 застосовується для забезпечення стійкості ґрунту основи по обидва боки існуючого фундаменту.

Схеми 14, 15 - похилі відокремлені палі, які умовно перетинаються в масиві ґрунту і використовуються як елементи, що армують ґрунт (схема 14 - без влаштування з'єднуючого ростверка, схема 15 - з влаштуванням з'єднуючого ростверка).

Схеми 16-21 - вертикальні буріоін'єкційні палі, які влаштовуються над (схема 16), в рівні (схеми 17, 20, 21) або під (схеми 18, 19) підшвою існуючих пальових фундаментів.

А.4 На всіх схемах позначені цифрами номери позицій:

- 1 - буріоін'єкційні палі підсилення;
- 2 - існуючий фундамент;
- 3 - новий ростверк;
- 4 - існуючі палі;
- 5 - існуюча підпірна стіна.

А. 5 Допускається комбінування вказаних або створення нових конструктивних схем підсилення буріоін'єкційними палями, якщо їх доцільність підтверджується розрахунками та (або) технологічними особливостями їх влаштування.

А.6 Величину кута нахилу палі до вертикалі при використанні похилих паль, які проходять крізь тіло фундаменту, слід призначати в діапазоні від 5° до 15°. Для похилих паль, які не проходять крізь тіло фундаменту (схеми 14, 15), кут нахилу слід призначати в діапазоні від 20° до 30°.

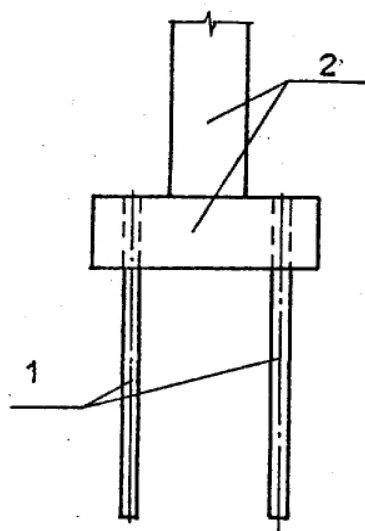


Схема 1

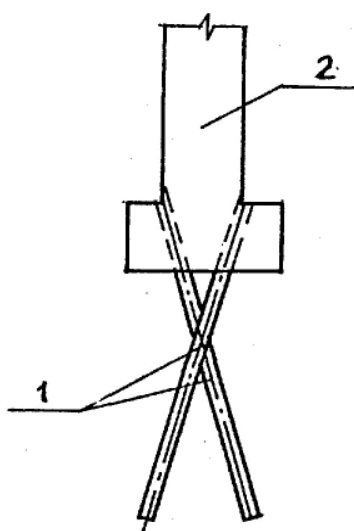


Схема 2

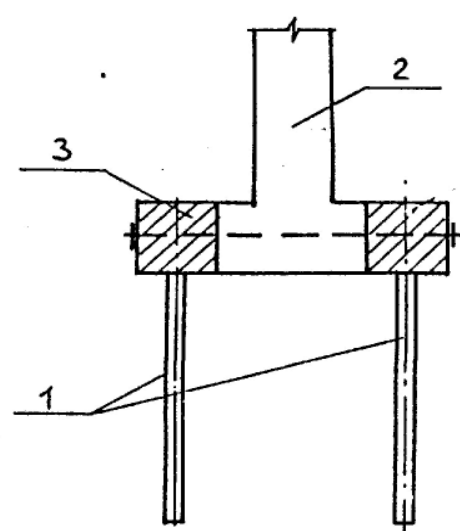


Схема 3

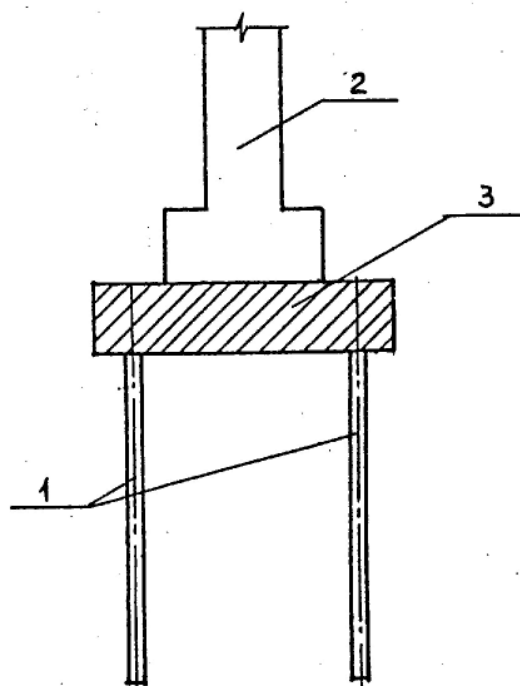


Схема 4

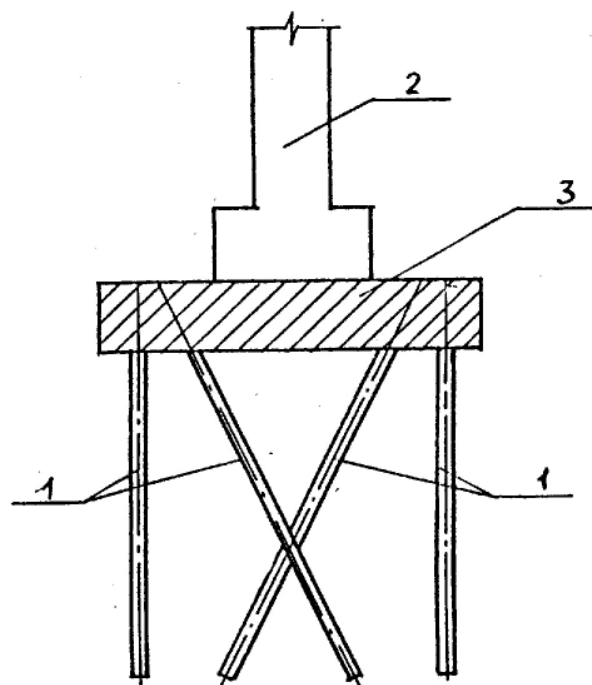


Схема 5

Рисунок А. 1 - Конструктивні схеми підсилення 1 - 5.

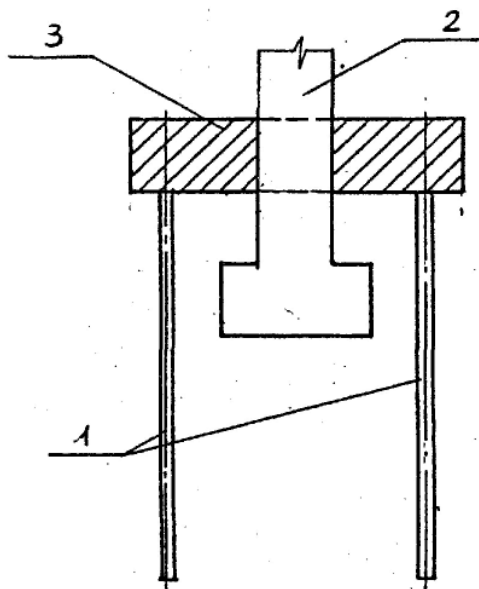


Схема 6

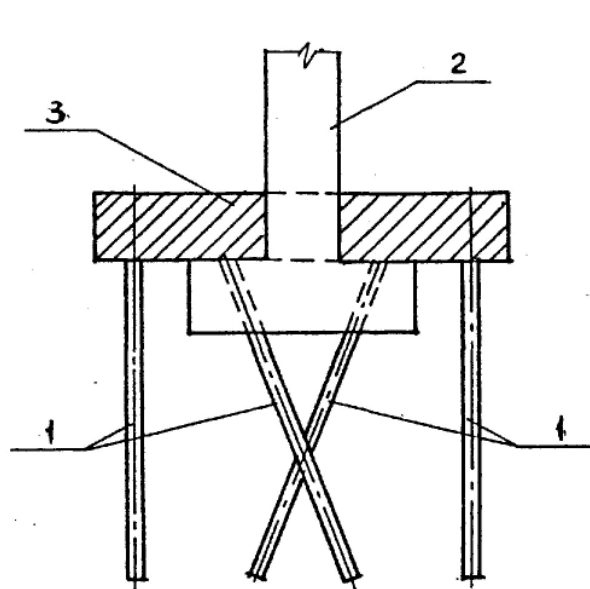


Схема 7

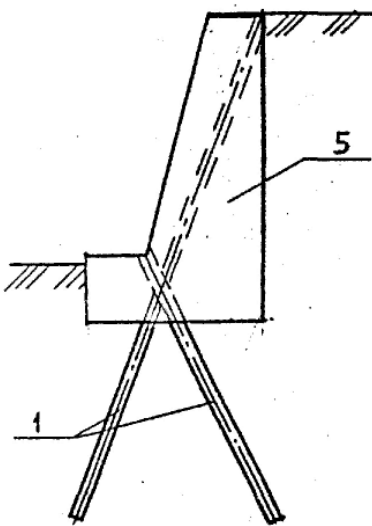


Схема 8

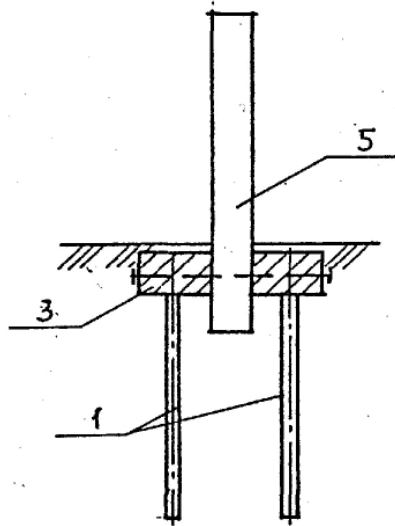


Схема 9

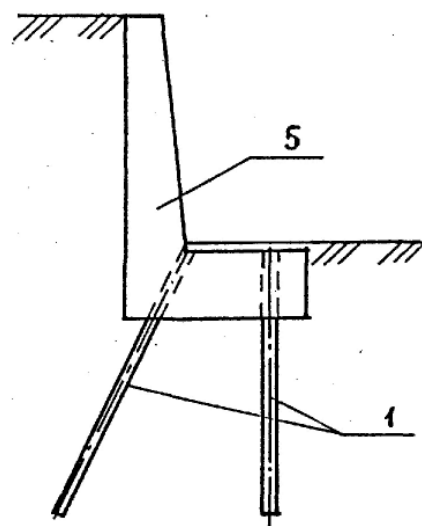


Схема 10

Рисунок А.2 - Конструктивні схеми підсилення 6- 10.

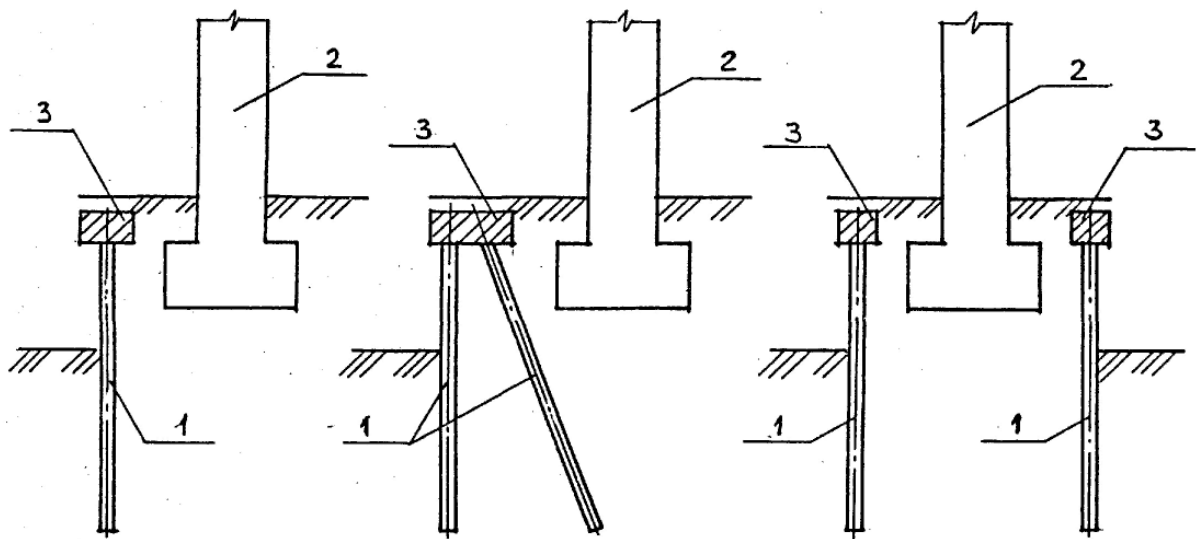


Схема 11

Схема 12

Схема 13

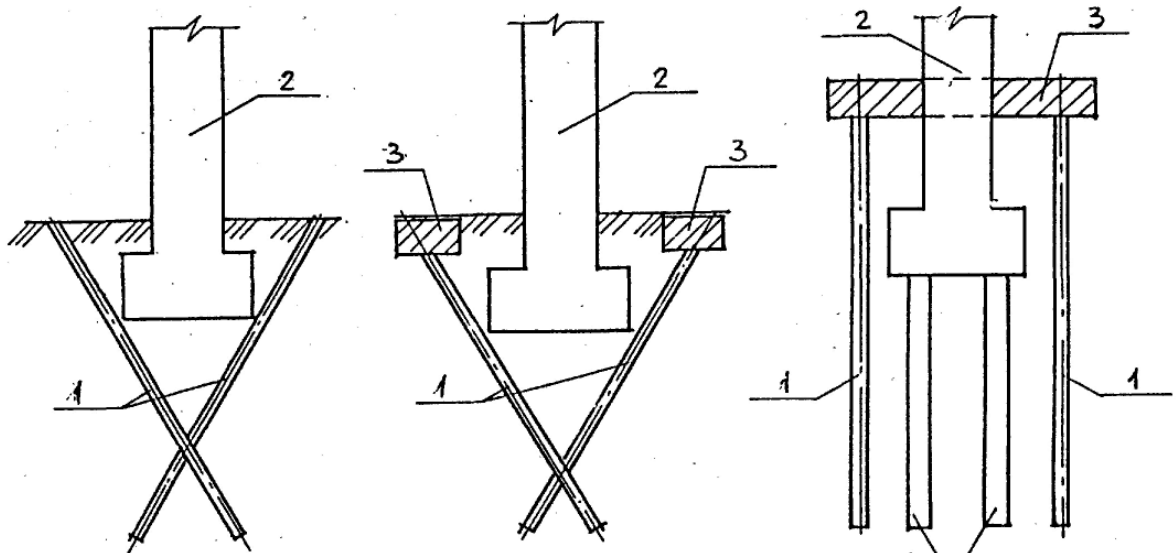


Схема 14

Схема 15

Схема 16

Рисунок А.3 - Конструктивні схеми підсилення 11 - 16

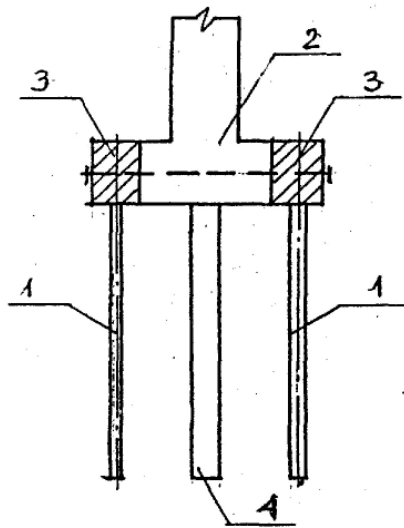


Схема 17

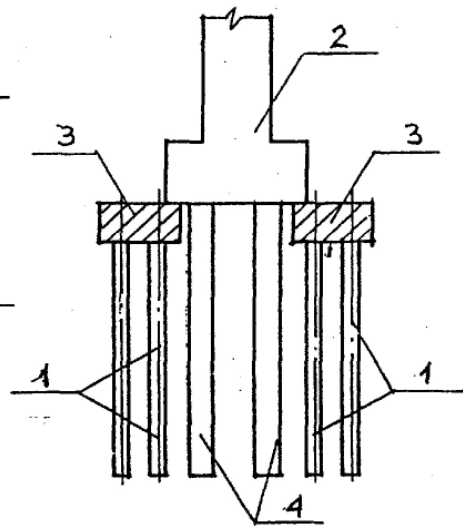


Схема 18

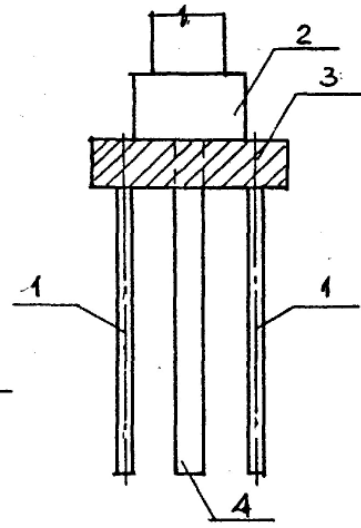


Схема 19

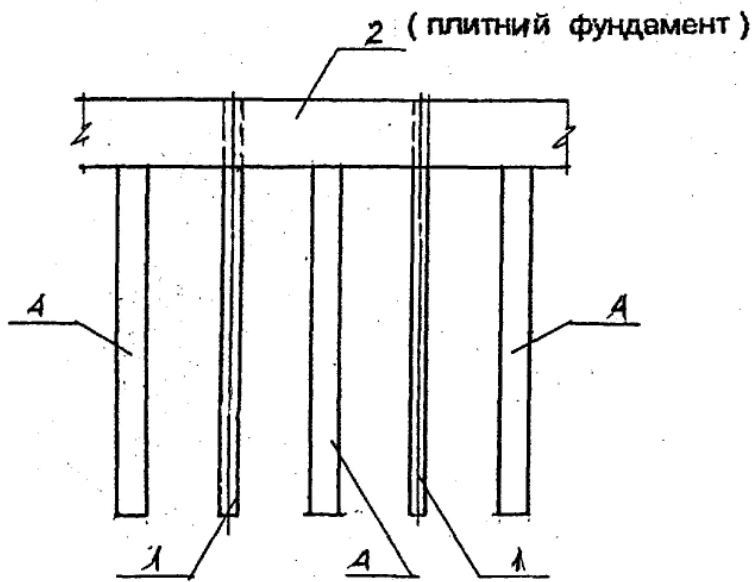


Схема 20

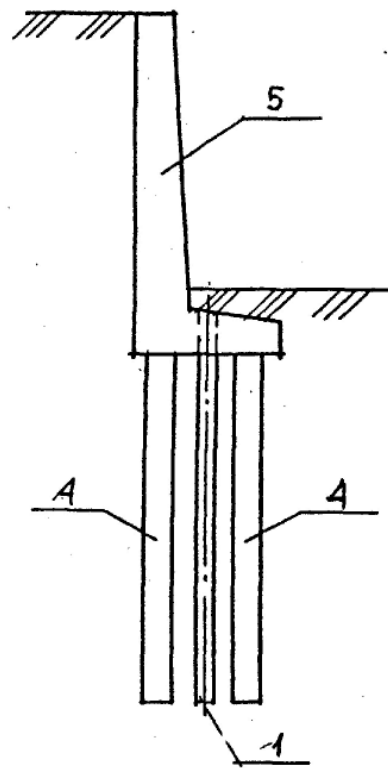


Схема 21

Рисунок А.4. - Конструктивні схеми підсилення 17 - 21

Додаток Б
(рекомендований)

РОЗРАХУНОК ПІДСИЛЕННЯ ОСНОВ ТА ФУНДАМЕНТІВ
ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БУРОІН'ЄКЦІЙНИХ ПАЛЬ

Б.1 Розрахунку підсилення конструкцій передуює: обстеження будівлі або споруди, оцінка міцності і статичний розрахунок несучих надземних конструкцій будівлі або споруди при нерівномірних осіданнях фундаментів, розрахунок осідань і визначення фактичних осідань.

Всі розглянуті раніше конструктивні схеми підсилення основ та фундаментів із застосуванням буріон'єкційних паль визначають два принципово відмінні варіанти розрахунку:

варіант 1 - передача навантаження від конструкції будівлі безпосередньо на буріон'єкційні палі або пальовий ростверк, жорстко або гнучко з'єднаний з існуючим фундаментом (конструктивні схеми 1-10, 16-21);

варіант 2 - передача навантаження від конструкцій будівлі крізь ґрунт основи на похилі палі, які проходять поза тілом фундаменту (конструктивні схеми 11-15).

Б.2 Розрахунок підсилення основ та фундаментів за варіантом 1

При передачі навантажень від конструкцій будівлі безпосередньо на палі підсилення або ростверк з палями, конструкції підсилення розраховуються (з приведенням навантаження до центру ваги паль і визначенням зусиль в голові палі) на спільну дію вертикальної та горизонтальної сил і моменту у відповідності з додатком 1 до СНиП 2.02.03 - для вертикальних паль та із застосуванням обчислювального комплексу "МИРАЖ" при використанні похилих паль.

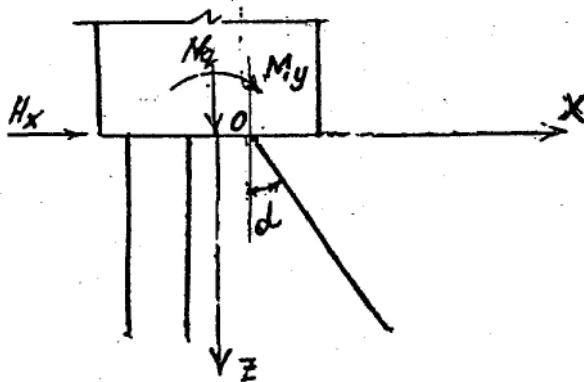


Рисунок Б.1 - Несиметрична
плоска розрахункова схема

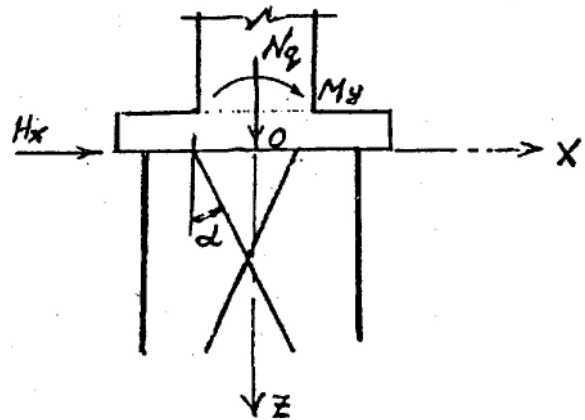


Рисунок Б.2 - Симетрична плоска
плоска розрахункова схема

Б. 3 Розрахунок підсилення основ і фундаментів за варіантом 2

При передачі навантаження безпосередньо на палю крізь ґрунт у основі фундаменту в якості зовнішнього навантаження, діючого на палю розглядається надлишковий тиск по глибині основи під подошвою фундаменту, для чого використовується епюра σ_{zp} (рисунок Б.3).

Вертикальні напруги σ_{zp} розкладаються на дві складові:

нормальну до вісі палі $q_1 = \sigma_{zp} \sin \varphi_1$;

паралельну до вісі палі $q_2 = \sigma_{zp} \cos \varphi_1$,

де φ_1 - кут нахилу вісі палі до вертикалі.

Допускається використання головних напруг.

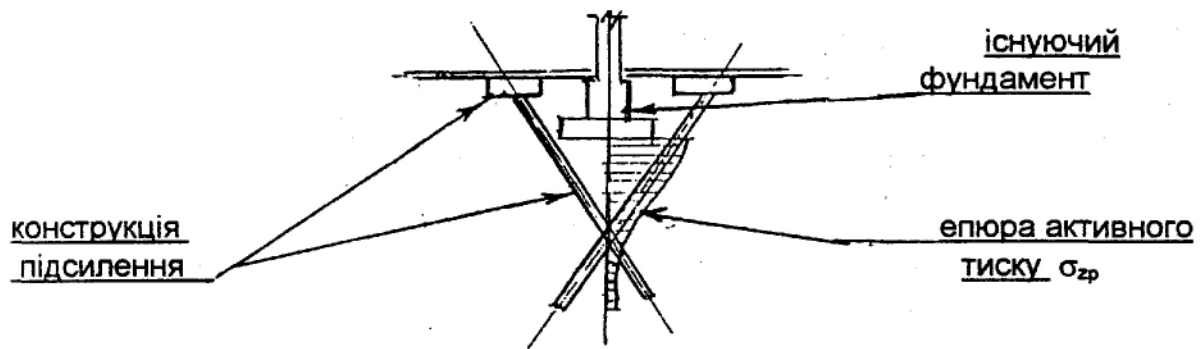


Рисунок Б.3 - Розрахункова схема підсилення за варіантом 2

Навантаження, від якого будується еюра σ_{zp} , визначається в кожному конкретному випадку

$$\text{від } N = N_{\phi} - R A_0;$$

$$N = N_{\phi} - p_{sl} A_0;$$

$N = N$ надбудови - навантаження від надбудованої частини будівлі.

де: N_{ϕ} - навантаження на фундамент, кН;

N - навантаження на конструкції підсилення, кН;

A_0 - площа підшви існуючого фундаменту, м²;

p_{sl} - початковий тиск просідання, кПа;

R - розрахунковий опір ґрунту під підшовою фундаменту, кПа.

Таким же чином визначається навантаження на конструкції підсилення при розрахунку за варіантом 1.

Паля розраховується на сумісну дію поперечного q_1 і поздовжнього q_2 навантажень.

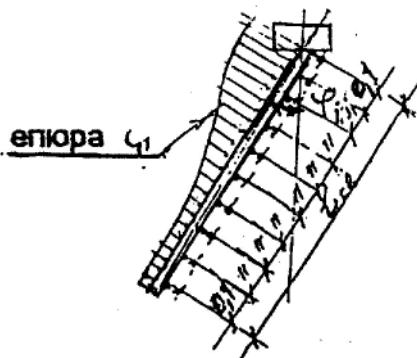


Рисунок Б.4

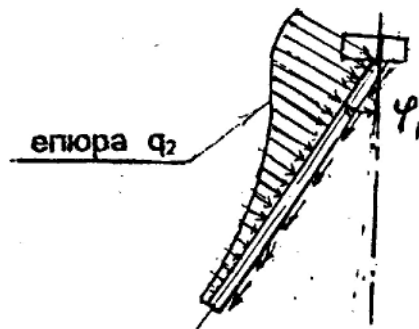


Рисунок Б.5

При розрахунку палі на дію поперечного навантаження q_1 паля розглядається як стрижень, шарнірно зв'язаний із ростверком (див. рисунок Б.4). Реактивна дія ґрунту замінюється опорами з кроком 0,1 м, які характеризуються коефіцієнтами постелі C_z , що визначаються за формулою

$$C_z = \frac{K \cdot z}{\gamma_c},$$

де: K - коефіцієнт пропорційності, кН/м⁴, який приймається в залежності від виду ґрунту, що оточує палю;

z - глибина розташування перерізу палі в ґрунті, м;

γ_c - коефіцієнт умов роботи, який приймається рівним 3 для однофазового розрахунку.

Розрахунок статично невизначеної системи ведеться із застосуванням ЕОМ за програмою ОК

"МИРАЖ", розробленою НДІАСБ (м. Київ), яка реалізує метод кінцевих елементів у переміщеннях.

В результаті розрахунку, що виконується на ЕОМ, визначаються згинальні моменти M_{zi} , поперечні сили Q_{zi} , розрахункові тиски σ_{zi} , що діють на ґрунт від бокової поверхні палі. Будуються епюри M_{zi} , Q_{zi} , σ_{zi} .

Розрахунок повинен включати:

а) перевірку стійкості ґрунту, який оточує палю ;
 б) перевірку перерізів паль за граничними станами першої і другої груп (за міцністю, за виникненням і розкриттям тріщин) з урахуванням поздовжньої сили відповідно СНиП 2.03.01.

Перевірка стійкості ґрунту, що оточує палю (СНиП 2.02.03, додаток 1), виконується за умови обмеження розрахункового тиску σ_{zi}

$$\sigma_z \leq R_z = \eta_1 \eta_2 \frac{4}{\cos \varphi_1} (\gamma_1 z \operatorname{tg} \varphi_1 + \xi c_1) \quad (35) \text{ (СНиП 2.02.03, додаток 1)}$$

Розрахунок за міцністю матеріалу палі виконується також, як і у варіанті 1, за "Пособием по проектированию бетонных и железобетонных конструкций" (до СНиП 2.03.01). Поздовжня сила N , яка враховується

в розрахунку за міцністю матеріалу палі, являє собою площу епюри Q_2 , помножену на половину периметру палі (див. рисунок Б.5). Розрахунок включає в себе перевірку міцності матеріалу палі за згинальним моментом (розрахунок перерізів, нормальних до поздовжньої вісі палі), розрахунок перерізів за поперечною силою (розрахунок перерізів, нахилених до поздовжньої вісі палі).

Розрахунок на дію поздовжнього навантаження N (див. вище) являє собою перевірку несучої здатності палі по ґрунту, як і у варіанті 1.

Крок паль призначається таким чином, щоб були виконані всі умови.

Б.4 Розрахунок основи, підсиленої буроін'єкційними палями, на глибинний зсув за методом круглоциліндричних поверхонь.

Метод розрахунку по круглоциліндричним поверхням є приблизним, тому що передбачається, що лесова основа є однорідною.

В розрахунку по круглоциліндричним поверхням необхідна скласти розрахункову схему з розбивкою основи на окремі блоки (кількістю 6-10) таким чином, щоб фундамент із палями підсилення знаходився в межах одного блоку (див. рисунок Б.6).

Визначення центру обертання та величини радіусу поверхні сковзання встановлюється послідовним наближенням таким чином, щоб одержаний коефіцієнт стійкості був мінімальним.

В розрахунку необхідно враховувати тільки те навантаження по поверхні, яке викликає зсув ґрунту.

При розрахунку стійкості характеристики міцності лесового ґрунту C та φ приймаються за результатами випробування на прямий зріз нормально ущільнених зразків у водонасиченому стані. При цьому необхідно враховувати можливість зниження їх величини при динамічних навантаженнях.

Якщо в межах існуючого схилу поверхня сковзання проходить по поверхні, відмінної від круглоциліндричної, допускається використовувати інші розрахункові схеми та методи розрахунку стійкості.

Методика розрахунку на глибинний зсув викладена у 5.11.

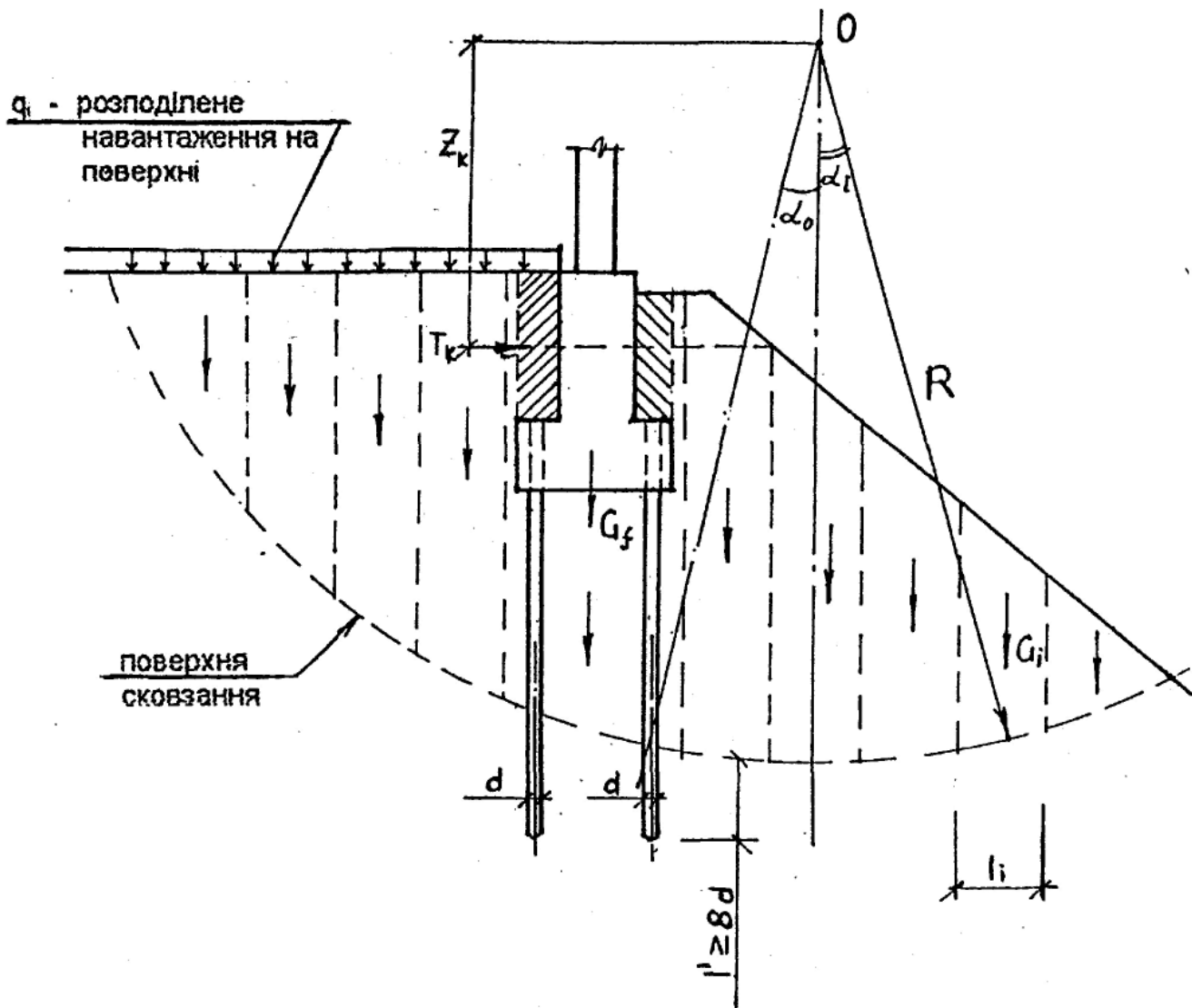


Рисунок Б.6 - Розрахункова схема до розрахуку на глибинний зсув

Додаток В
(рекомендований)

**ПОБІЧНА ОЦІНКА ПРОСІДАННЯ ГРУНТУ ЗА
ЙОГО ФІЗИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

Додатково до критеріїв просідання за S_r та I_{ss} , наведених у пункті 2.40 "Пособія к СНиП 2.02.01, для попередньої оцінки і контролю одержаних у лабораторії чи у полі даних про просідання лесових ґрунтів можна використати графіки якісного взаємозв'язку відносного просідання від типу ґрунту (числа пластичності I_p , коефіцієнту пористості e , ступеня вологості S_r), що наведені на рисунку В.1 (а, б, в). Крім цього необхідно враховувати діючий тиск на ґрунт, який дорівнює тотальній нарузі.

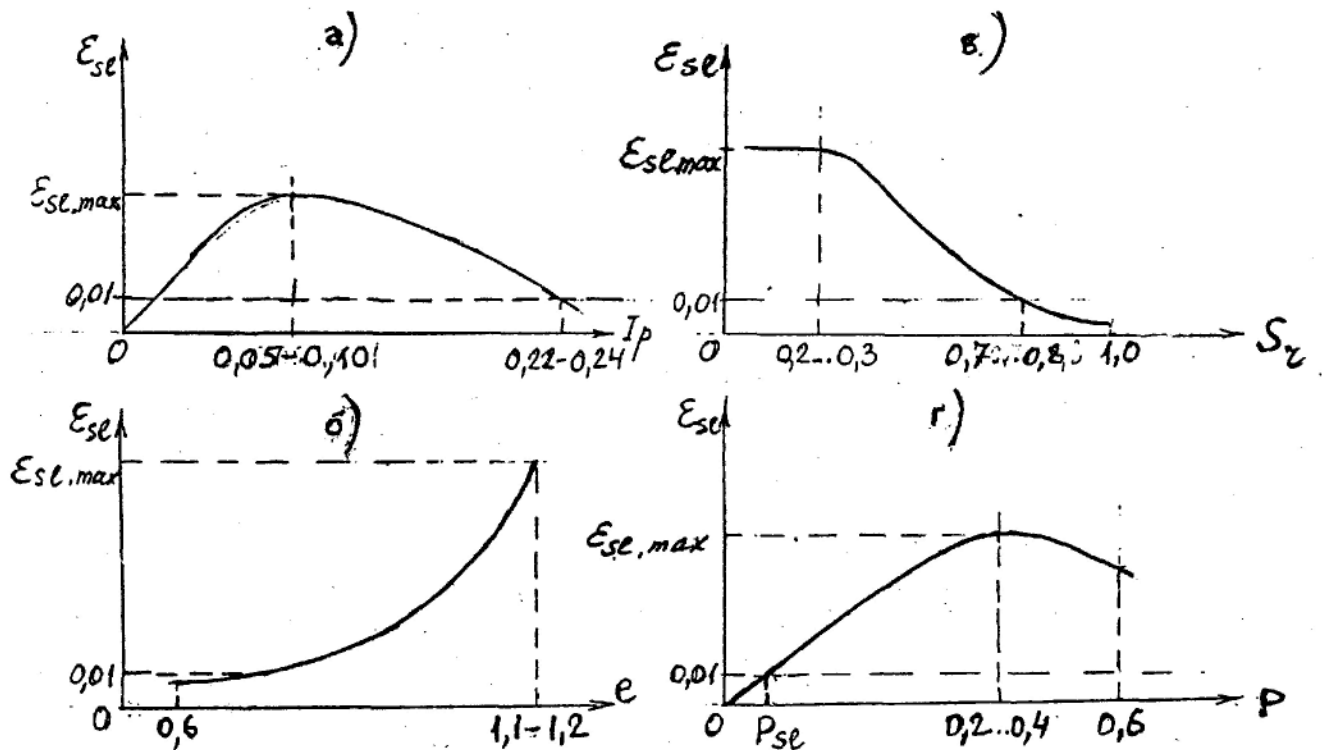


Рисунок В.1 -Якісні графіки залежностей відносного просідання

від фізичних властивостей лесових ґрунтів а) $\epsilon_{sl} = f(I_p)$,

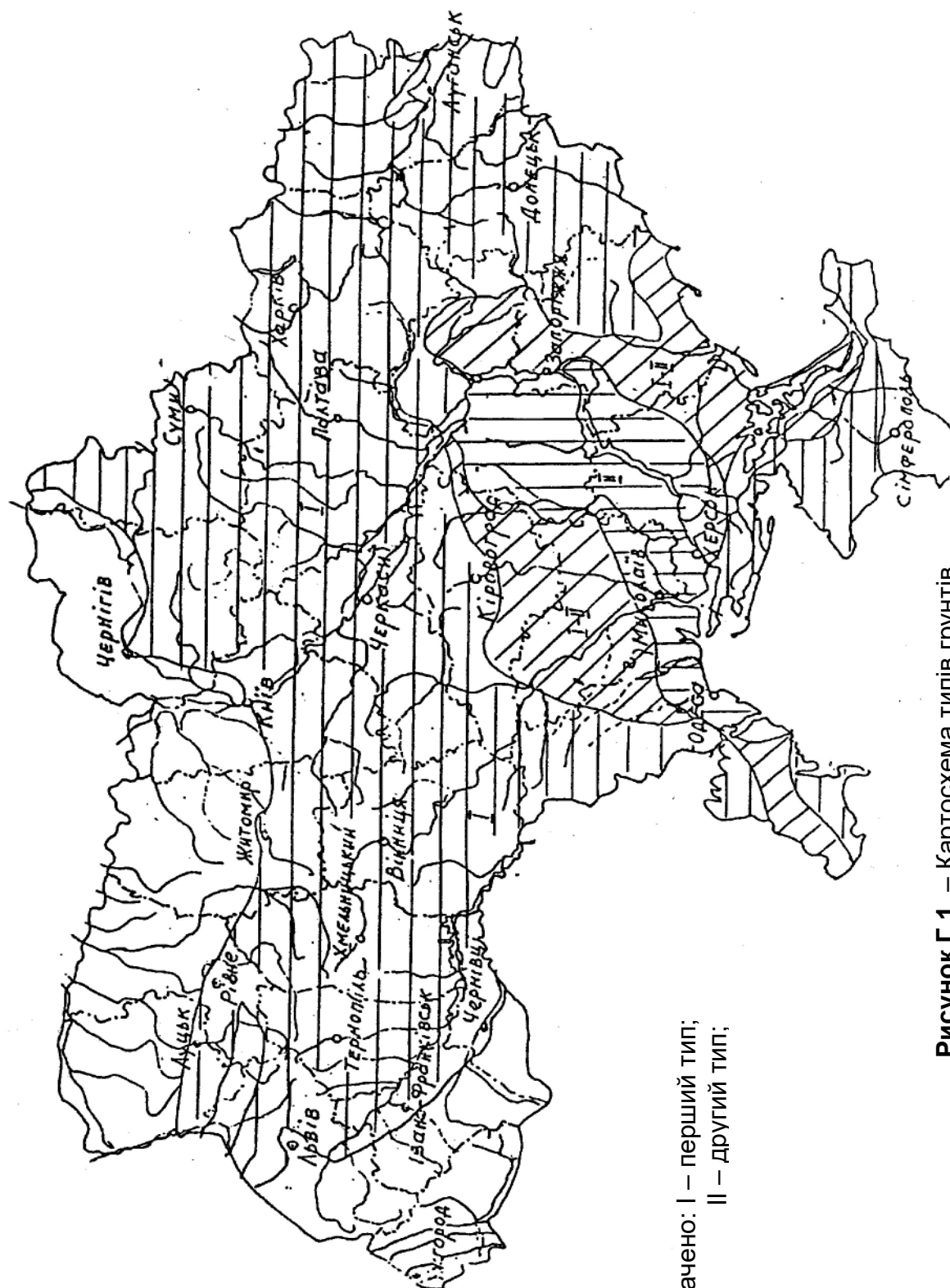
б) $\epsilon_{sl} = f(e)$, в) $\epsilon_{sl} = f(S_r)$ і діючого тиску г) $\epsilon_{sl} = f(p)$

За величиною I_p , e і S_r , а також p визначають якісне значення ϵ_{sl} (максимальне, високе, середнє, низьке, $\epsilon_{sl} < 0,01$) і приймають найнижче з них для загальної оцінки очікуваного рівня просідання.

Наприклад, лесовий суглинок характеризується показниками: $I_p = 0,08$; $e = 0,96$; $S_r = 0,65$; $p = 0,20$ МПа. За графіками рисунку В.1 відповідно маємо оцінку відносного просідання : високе, високе, низьке, середнє. Загальна оцінка - ґрунт прогнозується з низьким просіданням.

Додаток Г
(довідковий)

КАРТОСХЕМИ ТИПІВ ЛЕСОВИХ ГРУНТІВ УКРАЇНИ



Позначено: I – перший тип;
II – другий тип;

Рисунок Г.1. – Картосхема типів ґрунтів
за просіданням

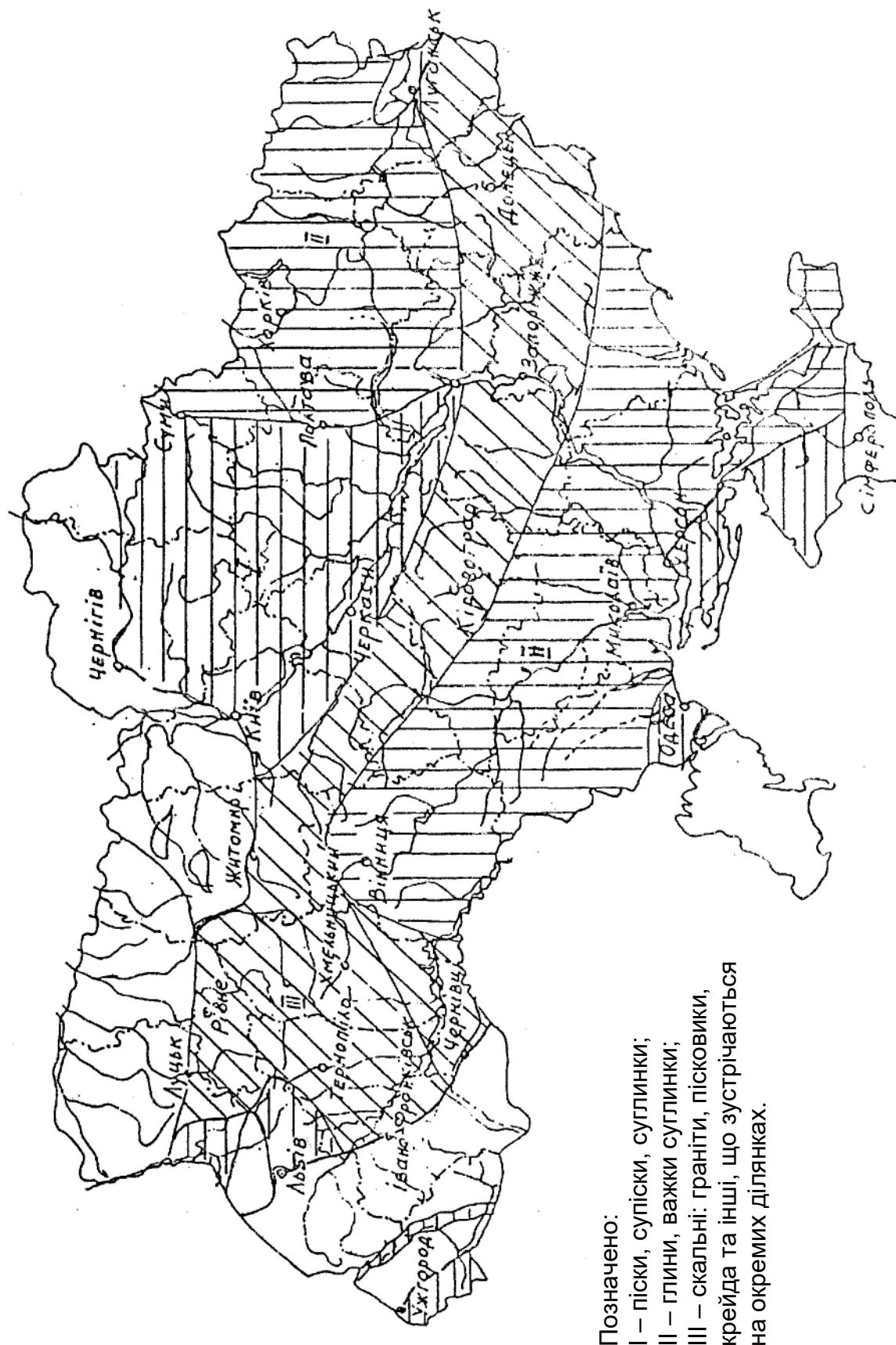
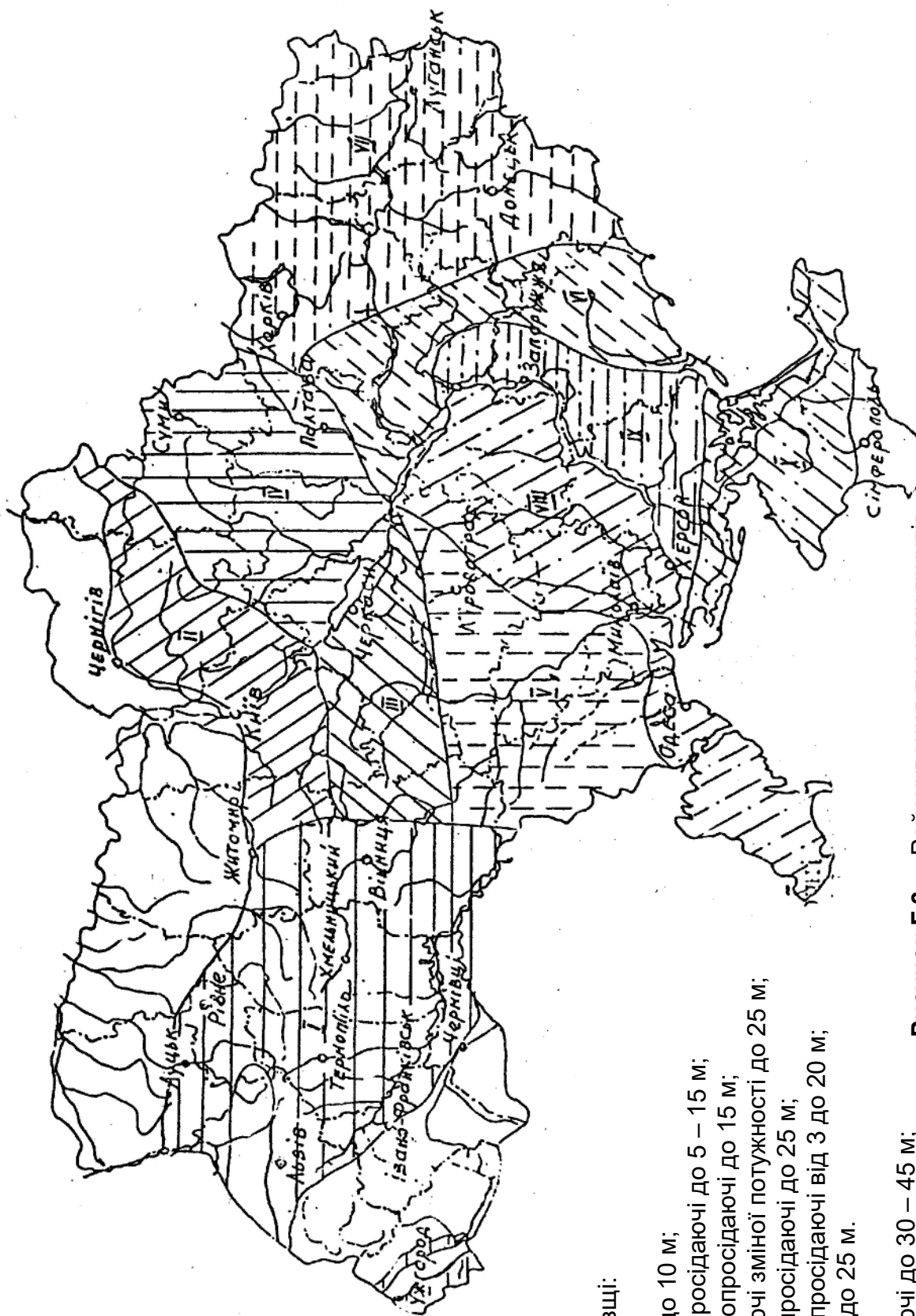


Рисунок Г.2. – Картохема підстильних лесов товщу шарів ґрунту.



Позначено лесові товщі:

а / Першого типа:

- I – слабопросідаючі до 10 м;
- II – слабо в середньопросідаючі до 5 – 15 м;
- III – середньо і сильнопросідаючі до 15 м;
- IV – середньопросідаючі зміної потужності до 25 м;
- VI – слабо і середньопросідаючі до 25 м;
- VII – слабо і середньопросідаючі від 3 до 20 м;
- X – слабопросідаючі до 25 м.

б / Другого типа:

- VIII – сильнопросідаючі до 30 – 45 м;
- IX – середньопросідаючі до 25 – 30 м.

Рисунок Г.3. – Районування лесових ґрунтів за величиною відносного просідання при додатковому тиску в 0,2 – 0,3 МПа.

**Додаток Д
(довідковий)**

**ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ГРУНТОВИХ УМОВ З
УРАХУВАННЯМ ПОТУЖНОСТІ ЛЕСОВИХ ГРУНТІВ**

На основі проведених замочувань дослідних котлованів на лесових територіях України та досвіду будівництва і експлуатації будівель та споруд на цих ґрунтах можливо при попередній оцінці майданчиків за просіданням при замочуванні керуватись такими положеннями:

Д.1 Якщо потужність лесових ґрунтів становить менше 10 м - майданчик відноситься до I типу за просіданням.

Д.2 Якщо рівень ґрунтових вод на майданчиках, де лесова товща перевищує 10 м, знаходиться на глибині не менше, ніж 5 м від поверхні, то майданчик відноситься до I типу за просіданням.

Однак, в цих випадках при зміні напруженого стану в основі, зміні рівня ґрунтових вод можливе виявлення деформацій після просідання в результаті ущільнення ґрунту під дією власної ваги.

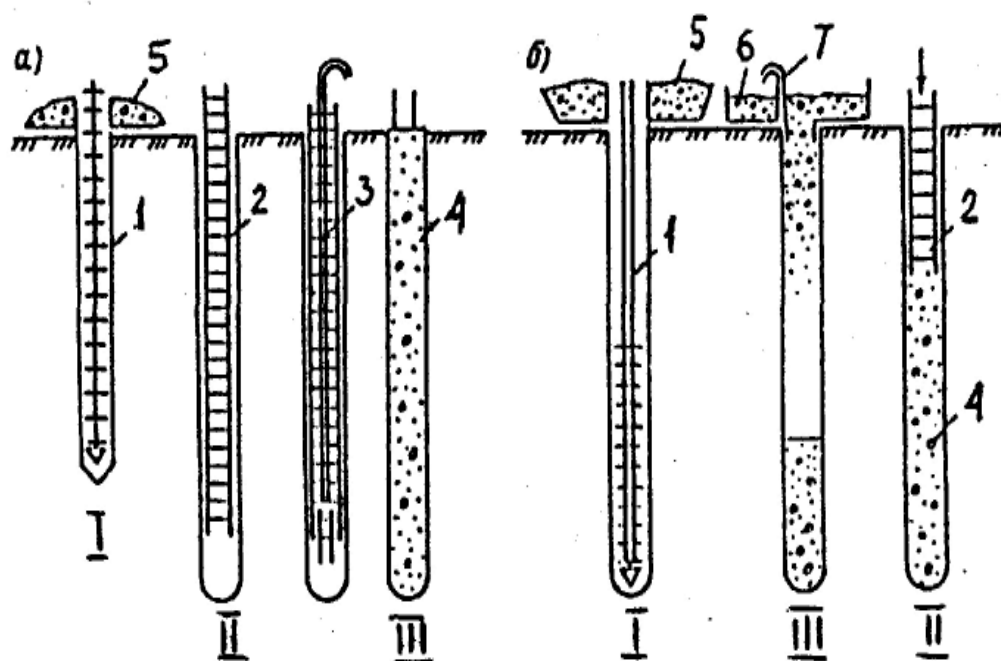
Д.3 Потужність лесової товщі більше 10 м не є прямою вказівкою на наявність II типу ґрунтових умов.

Д.4 На майданчиках, де додатково виконане планування підсипкою, є можливим перехід від I типу до II типу ґрунтових умов, що може бути підтверджено додатковим розрахунком.

Д.5 Наявність майданчика I типу ґрунтових умов не може бути підставою для ігнорування можливого прояву просідання від додаткового тиску.

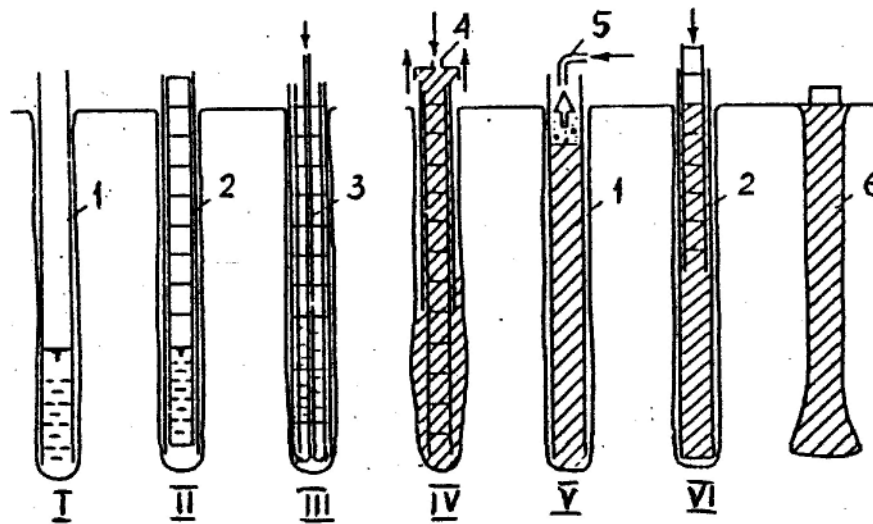
Додаток Е
(довідковий)

ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ВЛАШТУВАННЯ БУРОІН'ЄКЦІЙНИХ
ПАЛЬ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЛАДНАННЯ



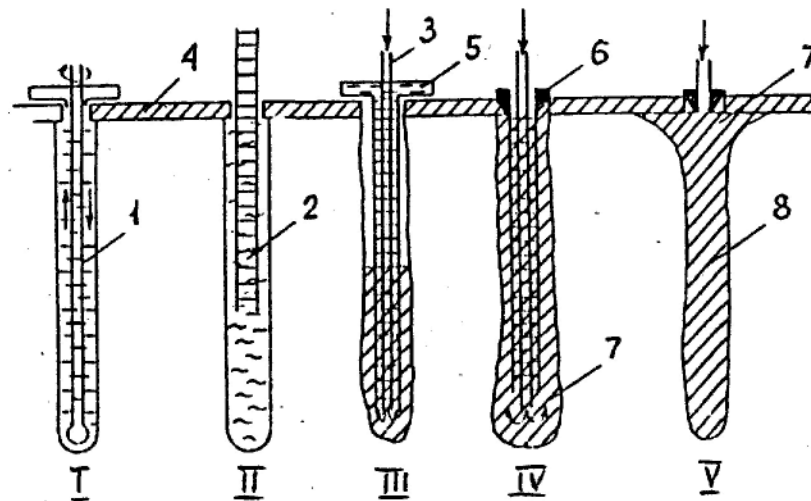
I-буріння свердловини; II - встановлення армокаркасу, III - бетонування палі; 1 - буровий став; 2 - армокаркас; 3 - ін'єкційний шланг; 4 - готова палля; 5 - бункер для вибраного ґрунту; 6 - бункер для бетону; 7 - вентиляційна трубка

Рисунок Е.1 Технологічна схема влаштування буроін'єкційних паль у маловологих глинистих ґрунтах
а) при діаметрі палі 12-18 см; б) при діаметрі більше 18 см.



I - буріння свердловини; II і VI - встановлення армокаркасу; III і V - бетонування палі;
IV - опресовування свердловини та витягування обсадних труб; 1 - обсадні труби;
2 - армокаркас; 3 - ін'єкційна труба; 4 - оголовок зі штуцером; 5 - шланг розчинонасосу; 6 - готова паля

Рисунок Е.2 - Технологічна схема влаштування буроін'єкційних паль за допомогою обсадних труб, що витягуються (I - IV в водонасичених ґрунтах, V, VI - в сухих)



I - буріння свердловин шарошечним долотом; II - встановлення армокаркасу;
III - встановлення ін'єкційної труби та заповнення свердловини розчином; IV - встановлення тампону и опресування свердловини з вибою; V - опресування свердловини з гирла; 1 - буровий став; 2 - армокаркас; 3 - ін'єкційна труба; 4 - підсилюваний фундамент; 5 - гирловий лоток; 6 - тампон із сальником; 7 - розширена частина палі; 8 - готова паля

Рисунок Е.3 - Технологічна схема влаштування буроін'єкційних паль з промиванням свердловин бентонітовим розчином

Таблиця Е.1 - Технічні характеристики
бурових станків обертального буріння

Параметри	Марка станка		
	БСК-2М-100	СМБ - 2 (шнек)	УБВ-6
Глибина буріння, м	100	25	30
Діаметр буріння, мм	93	150	До 150
Кут нахилу свердловини до горизонтальної поверхні, град.	0-360	60-90	0-360
Діаметр бурильних труб, мм	33,5; 42	-	-
Внутрішній діаметр шпинделя, мм	46	-	-
Максимальна вантажопідйомна сила циліндра гідропривода, кН	12	-	40
Хід шпинделя, мм	450	-	-
Частота обертання шпинделя, об/хв.	300 - 600	-	-
Потужність електродвигуна, кВт	-	40-15	-
Тип бурового насоса	2НБ-9	-	-
Габарити станка, мм:			
довжина	1710	-	6330
ширина	710	-	3300
висота	1400	-	2705
Маса станка, т	0,48	1,0	10,0

Примітка Крім станків, наведених з таблиць, використовуються також станки колонкового буріння СКБ - 4, СБУ - 100т(н), БМК, СБУ -300ЗИВ, БТС - 2, БТС - 150 та ін., а також пневмоударні бурові станки типу НКР -100, СБУ-100Н

Таблиця Е.2 - Технічні характеристики пневмопробійників

Параметри	Марка пневмопробійника		
	ИП - 4601	ИП - 4603	ПР - 400
Діаметр свердловин, що пробиваються, мм:			
без розширювача	95	130	152
з розширювачем	160	200 и 300	400
Середня швидкість пробивання свердловин(без розширювача), м/год	1 - 50	10 - 80	40
Енергія одиничного удару при прямому ході, Дж	8	20	60
Номинальний тиск стисненого повітря, МПа	0,6	0,6 - 0,7	0,6
Витрата стисненого повітря, м³/хв.	4	3,5	6
Внутрішній діаметр повітро-підводячих шлангів, мм	25	25	25
Довжина пневмопробійника, мм	1500	1550	1880
Маса пневмопробійника (без розширювача та шлангів), кг	55	80	140

Таблиця Е.3 - Технічні характеристики розчинозмішувачів

Параметри	Марка розчинозмішувача				
	РМ - 300	РМ - 500	РМ - 750	С - 220А	С - 289А
Об'єм готового замісу, л	300	500	750	125	250
Частота обертання лопаткового валу, об/хв	350	475	570	31,2	25
Потужність електродвигуна, кВт	4,5	4,5	7,5	2,8	4,5
Габарити, мм :					
довжина	1431	1544	2000	1340	1775
ширина	1110	1158	1100	1495	2180
висота	1393	1672	1450	1690	2140
Маса, т	0,28	0,35	0,51	0,84	1,43

Таблиця Е.4 - Технічні характеристики розчинонасосів

Показники	Марка насосу			
	НГР250/50	НГР	9МГР	С - 371А
Продуктивність, м³/ч	18	18; 13,5	22; 36; 60	6
Тиск, МПа	5,0	5,0; 6,3; 35	10,0; 6,0; 3,5; 73	1,5; 7,0
Потужність привода, кВт	38	35	73	7
Габарити, мм:				
довжина	1444	1870	2030	1040
ширина	876	990	1040	560
висота	932	1510	1630	1000
Маса, т	0,73	1,15	1,76	0,39

Закінчення таблиці Е.4

Показники	Марка насосу		
	ГР16/40	НБ-179	станку УБВ - 6
Продуктивність, м³/ч	1,9 - 16	1,8; 3	5
Тиск, МПа	4,0; 22	До 4,0; 3,0	0 - 8
Потужність привода, кВт	22	3	15
Габарити, мм:			
довжина	1340	1370	3800
ширина	930	750	2000
висота	1080	500	1560
Маса, т	0,56	0,25	1,3

В разріджуваних ґрунтах працювати пневмопробійниками не рекомендується зважаючи на звуження свердловини після її проходження під впливом динамічних імпульсів пневмопробійника та зниження реактивних сил тертя на контакт з ґрунтом, в результаті чого пневмопробійник "заклинює" при виході із свердловини. Для приготування та нагнітання розчинів використовуються розчинозмішувачі (таблиця Е.3) та розчинонасоси (таблиця Е.4).

В комплект обладнання станку УБВ-6 входить ін'єкційна установка, яка вміщує в собі розчинозмішувач з приводом від гідромотора і безступінчастим регулюванням числа обертів. Корисна місткість змішувача 185л. Величина тиску за манометром розчинонасоса повинна бути на 0,5 МПа вище встановленої проектом.

Для подавання та нагнітання бурових і цементних розчинів можуть також застосовуватись шламові насоси НГР 120/40, НБ-30 та розчинонасоси СО-48/СО-39, С-317А.

Додаток Ж
(рекомендований)

ТЕХНОЛОГІЯ ВЛАШТУВАННЯ ЗАКРІПЛЮЮЧОЇ ЦЕМЕНТАЦІЇ

Нижче наводиться опис технологічних процесів у послідовності їх виконання (див. рисунок Ж.1).

Ж.1 Цементация тіла фундаментів.

Ж.1.1 Буріння свердловин крізь тіло існуючого фундаменту виконується станками колонкового буріння типу СКБ-4, пневмопробійниками чи аналогічними їм з продуванням стисненим повітрям. Відхилення від заданого кута буріння не повинно перевищувати 2° .

Ж.1.2 Заповнення свердловини виконується цементним розчином до виливу його з гирла свердловини. Подавання розчину здійснюється крізь робочий орган бурового станка або трубу-ін'єктор, спущену до вибою свердловини. При зниженні рівня розчину свердловини більше ніж на 1,0 м свердловина витримується на протязі доби і потім доливається до гирла цементним розчином з меншим водоцементним співвідношенням. Тиск нагнітання при цементациі фундаментів - не більше 0,1 МПа.

Ж.2 Цементация основи (контакт "фундамент-грунт").

Ж.2.1 Розбурювання цементного каменю слід починати не раніше, ніж після дводобової витримки. Буріння проводиться з продуванням стиснутим повітрям.

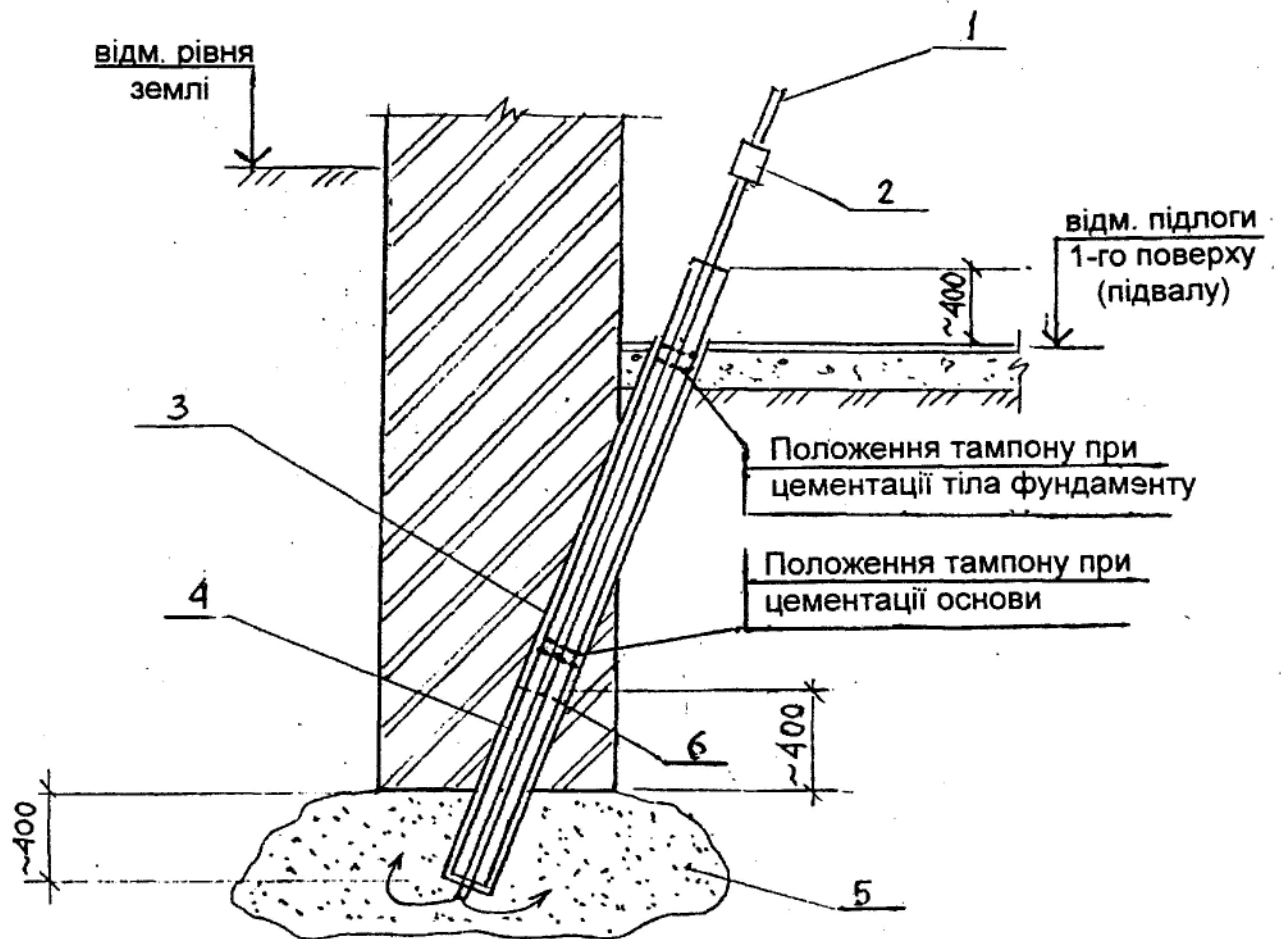
Ж.2.2 Встановлення труби-кондуктора виконується після заповнення свердловини розчином до початку його тужавлення. Заповнення свердловини розчином відбувається аналогічно з таким при цементациі фундаментів.

Ж.2.3 Нагнітання цементного розчину після встановлення труби-кондуктора виконується крізь розтиснутий тампон, встановлений на рівні 0,5 м вище підшви фундаменту. Тиск нагнітання - до 0,2 МПа. За відказ нагнітання приймається витрата цементного розчину 1 л/хв на протязі 10 хвилин при відсутності тиску нагнітання.

Після цементациі влаштування буроін'єкційних паль виконується за технологією, викладеною в розділі 7 та додатку Е, з додаванням процесу розбурювання цементного каменю в трубі-кондукторі, який слід починати через 2 доби після закінчення цементациі.

Буріння цементного каменю слід вести з продуванням повітрям. Необхідною умовою є точне співпадання кута нахилу розбурюваної свердловини з кутом нахилу труби-кондуктора.

Відмітка вибою свердловини повинна відповідати проекту. Відхилення глибини закладання паль не повинні перевищувати 30 см при умові розташування низу паль в несучому шарі ґрунту, передбаченому проектом.



1 - трубопровід; 2 - робочий орган бурового станка; 3 - свердловина; 4 - труба - кондуктор; 5 - цементний розчин; 6 - пунктиром вказаний рівень вибою свердловини для цементатії тіла фундаменту

Рисунок Ж.1 - Схема влаштування закріплюючої цементатії

Додаток И
(довідковий)

ЗНАЧЕННЯ ПОПРАВОЧНОГО КОЕФІЦІЄНТА m_e
ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦІЇ E

Таблиця И.1

Ступінь вологості, S_r	m_e при коефіцієнті e				
	$\leq 0,65$	0,75	0,85	0,95	$\geq 1,05$
$\leq 0,30$	6,5	6,0	5,0	3,0	2,0
0,3 - 0,5	5,5	5,0	4,0	2,0	1,5
0,5 - 0,7	4,5	4,0	3,0	1,5	1,2
0,7 - 0,9	4,0	3,0	2,0	1,3	1,1
$\geq 0,9$	3,0	2,5	1,5	1,1	1,0

Примітка. Для проміжних значень e величина m_e визначається по інтерполяції.

Додаток К
(рекомендований)

ЖУРНАЛ ВЛАШТУВАННЯ БУРОИН'ЄКЦІЙНИХ ПАЛЬ (форма)

Будівельна організація _____ Об'єкт _____

Тип бурового станка _____ Наявність, показники глинистого роз-
Тип і діаметр бурового снаряда, мм _____ чину _____

Діаметр палі, мм _____	Відмітка верху каркасу, м _____
Кут нахилу палі до вертикалі (для похилих паль) _____	Арматурний каркас: поздовжня арматура _____
Відмітка поверхні ґрунту, м _____	поперечна арматура _____
Відмітка голови палі, м _____	Довжина загальна, м _____
Відмітка підошви, м _____	Довжина ланок, м _____
Метод бетонування _____	Діаметр, довжина ін'єкційної труби або шланга, мм _____
Марка бетону, консистенція _____	Робочий тиск при поданні бетону, МПа _____
Об'єм укладеного бетону, м ³ _____	

Початок робіт _____ Закінчення робіт _____

Номер фунда- менту, вісі	Номер палі	Дата, зміна	Буріння свердловини			Харак- терис- тика розбу- рюван- них ґрунтів	Бетонування		Примітка
			Поча- ток, год.хв.	Закін- чення, год.хв.	Відміт ка ви- бою, м		Поча- ток, год.хв.	Закін- чення, год.хв.	

Виконавець робіт _____ Майстер _____
(прізвище, ім'я та по батькові, підпис) (прізвище, ім'я та по батькові, підпис)

Додаток Л
(рекомендований)

ЗВЕДЕНА ВІДОМІСТЬ БУРОІН'ЄКЦІЙНИХ ПАЛЬ (форма)

Назва будівельної організації _____

Об'єкт _____

Порядковий номер	Дата влаштування палі	Номер палі за планом	Відмітка низу, м		Відмітка голови, м		Діаметр палі, м		Примітка*
			за проектом	фактично	за проектом	фактично	за проектом	фактично	

Керівник робіт _____
(прізвище, ім'я та по батькові, підпис)

В графі "примітка" вказується кут нахилу паль до вертикалі (у випадках застосування похилих паль).

**Додаток М
(довідковий)**

**ПЕРЕЛІК ДОКУМЕНТІВ, НА ЯКІ МАЮТЬ МІСЦЕ
ПОСИЛАННЯ В ТЕКСТІ ДАНИХ НОРМ**

ГОСТ 5686-78	Сваи. Методы полевых испытаний /Государственный комитет СССР по стандартам.- М.: Изд-во стандартов, 1982. – 27 с.
ГОСТ 20069-81	Грунты. Метод полевого испытания статическим зондированием /Государственный комитет СССР по стандартам. - М.: Изд-во стандартов, 1981 – 13 с.
ГОСТ 12248-78	Грунты. Методы лабораторного определения сопротивления срезу /Государственный комитет СССР по стандартам. - М.: Изд-во стандартов, 1979. – 17 с.
ГОСТ 18698-79	Рукава резиновые напорные с текстильным каркасом. Технические условия. /Государственный комитет СССР по стандартам. М, Изд-во стандартов, 1982 – 22 с.
СНиП 2.02.01-83	Основания зданий и сооружений /Госстрой СССР.-М.: Стройиздат, 1985. – 40 с /с изменениями и дополнениями 1986 г./
СНиП 2.02.03-85	Свайные фундаменты /Госстрой СССР.-М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.
СНиП 2.01.09-91	Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах/ Госстрой СССР. - М: АПП ЦИТП, 1992. – 32 с.
СНиП 2.03.11-85	Защита строительных конструкций от коррозии /Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.
СНиП 1.02.07-87	Инженерные изыскания для строительства /Госстрой СССР, ГУГК СССР.-М. :ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 104 с.
СНиП 2.01.07-85	Нагрузки и воздействия /Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 36 с.
СНиП 2.03.01-84	Бетонные и железобетонные конструкции /Госстрой СССР.-М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 79 с.
СНиП 3.02.01-87	Земляные сооружения, основания и фундаменты /Госстрой СССР.-М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 128 с.
СНиП III-4-80*	Техника безопасности в строительстве /Госстроя СССР.-М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 346 с.
СНиП II-94-80	Подземные горные выработки /Госстрой СССР.-М.:Стройиздат, 1982. – 29 с.
СНиП II-7-81	Строительство в сейсмических районах /Госстрой СССР -М.: АПП ЦИТП Госстроя СССР, 1991. – 50 с.
СНиП 2.02.05-87	Фундаменты машин с динамическими нагрузками /Госстрой СССР. - М. ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 31 с.
Пособие по проектированию железобетонных ростверков свайных фундаментов под колонны зданий и сооружений /к СНиП 2.03.01-84/ ЦНИИ промзданий Госстроя СССР и НИИЖБ Госстроя СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 52 с.	
Рекомендации по применению буроинъекционных свай /НИИОСП им.Герсенова. - М.: ПЭМ ВНИИИС Госстроя СССР, 1984. – 49 с.	
Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений /к СНиП 2.02.01-83/ НИИОСП им.Герсенова.- М.: Стройиздат, 1986. – 415 с.	

1 Загальні положення	1
2 Конструктивні схеми підсилення фундаментів будівель та споруд буроін'єкційними палями	1
3 Обстеження будівель та споруд, основи і фундаменти яких вимагають підсилення	2
4 Інженерно-геологічні вишукування	3
5 Основні положення розрахунку фундаментів, підсилюваних буроін'єкційними палями.....	7
6 Визначення несучої здатності одиночної буроін'єкційної палі	13
7 Технологія влаштування фундаментів на буроін'єкційних палях	15
8 Охорона праці і техніка безпеки при влаштуванні пальових фундаментів та підсиленні існуючих фундаментів із застосуванням буроін'єкційних паль.....	17
Додаток А Найбільш розповсюджені конструктивні схеми підсилення основ і фундаментів та область їх застосування.....	18
Додаток Б Розрахунок підсилення основ та фундаментів із застосуванням буроін'єкційних паль	23
Додаток В Побічна оцінка просідання ґрунту за його фізичними характеристиками	27
Додаток Г Картосхеми типів лесових ґрунтів України	28
Додаток Д Визначення типу ґрунтових умов з урахуванням потужності лесових ґрунтів.....	31
Додаток Е Технологічні схеми влаштування буроін'єкційних паль та характеристики обладнання.....	32
Додаток Ж Технологія влаштування закріплюючої цементациї.....	36
Додаток И Значення поправочного коефіцієнта m_e для визначення модуля деформації Е	38
Додаток К Журнал влаштування буроін'єкційних паль (форма)	39
Додаток Л Зведена відомість буроін'єкційних паль (форма).....	40
Додаток М Перелік документів, на які мають місце посилання в тексті даних норм	41