

УДК 693. 546

Осипов О.Ф.

## **СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ІСНУЮЧІ БУДИНКИ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ НОВОГО БУДІВНИЦТВА В УМОВАХ ЩІЛЬНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ**

Будівельно-технологічний аналіз об'єктів будівництва звичайно спрямований на встановлення домінуючої системи факторів і характеристик, які необхідно враховувати при прийнятті технологічних рішень на стадіях технологічного проектування при розробці відповідних розділів ПОБ і ПВР.

Дослідженням факторів і будівельно-технологічних характеристик нового будівництва в умовах існуючої міської забудови, які впливають на конструкції і основи поруч розташованих будинків і споруд, присвячено багато наукових праць.

Теоретичне обґрунтування сутності процесів і явищ, які відбуваються у ґрунтовій основі і конструкціях будинків при спорудженні поруч з ними нових будинків знайшли своє вирішення в роботах Б.И. Далматова, С.Н. Сотникова, С.Г. Симагина, М.М. Калюжнюка [1-4] та інших авторів. Окремі питання стосовно сучасного стану технології будівництва в умовах щільної міської забудови розглянути в роботах [5-8].

В цілому, теоретичні обґрунтування вказаних процесів і явищ доведено до практичних рекомендацій стосовно можливих конструктивно-технологічних рішень, технологічних режимів та організаційно-технологічних обмежень і відображені у нормативній літературі [9-12] та інших виданнях.

Виконані дослідження відрізняються широким колом розглянутих питань та результатів, але також й високою складністю практичного використання, особливо при будівельно-технологічному аналізі й оцінці умов будівництва та при розробці конструктивних і технологічних рішень спрямованих на виключення впливу факторів нового будівництва на параметри існуючих будинків.

Для забезпечення процедур будівельно-технологічного аналізу умов і параметрів нового будівництва в умовах щільної міської забудови виконана систематизація основних факторів впливу з розкриттям основних процесів і явищ, які відбуваються при спорудженні будинків поруч з розташованими існуючими будинками і спорудами. Систематизація виконана на основі аналізу і узагальнення науково-технічних досліджень, викладених в роботах [1-4] та інших, нормативно-технічної літератури [9-12] та практичного досвіду, накопичений останнім часом при здійсненні такого будівництва у місті Києві [5-8].

До основних факторів впливу належать:

- A.** Деформації будинків при навантаженні сусідніх з ними ділянок (грунтової основи);
- B.** Деформації будинків при розробці поблизу будівельних котлованів і траншей;
- C.** Деформації будинків при будівельному водозниженні;
- D.** Деформації будинків в наслідок порушення природної структури ґрунту основи при його *водонасиченні і проморожуванні* в процесі розробки котлованів під фундаменти поруч розташованих будинків;
- E.** Деформації конструкцій будинків, які пов'язані з ущільненням і зрушенням одних об'ємів ґрунту відносно інших при зануренні забиванням або вдавлюванням палей шпунта поруч з існуючими фундаментами;
- F.** Деформації конструкцій будинків, які виникають в наслідок динамічного або вібраційного впливу на ґрунт основи і фундаменти будівельних механізмів та робочих органів, у тому числі й при зануренні збірних палей ударним, віброударним та вібраційним методами.

**Фактор А.** Деформації будинків при навантаженні сусідніх з ними ділянок відбувається *в результаті додаткового сумісного осідання*, які розвиваються в наслідок додаткового ущільнення ґрунту основи існуючого будинку та збільшення напруження в ґрунті.

Додаткове сумісне осідання залежить від деформативних властивостей ґрунтів основи, величини товщі стиснення, часу додаткового навантаження.

Нерівномірна, особливо, однобічна пригрузка основи може викликати негативні наслідки: нахил, нерівномірне осідання, скривлення і перекіс конструкцій поруч розташованих будинків (рис. 1).

Однобічне привантаження основи може бути викликана суттєвим навантаженням основи багатоповерховим будинком, спорудою (рис. 1,а), розташуванням будівельних матеріалів, відвалів ґрунту, влаштуванням насипу при плануванні прилеглої території (рис. 1,б).

При однобічному суттєвому навантаженні основи будинку, спорудженому на палевих фундаментах, спостерігаються деформації конструкцій в наслідок *розвитку явища «від'ємного тертя» в палях існуючого будинку* (рис. 1,в). Якщо палі заглиблені в щільний ґрунт не менш чим на 3-4 діаметри поперечного переріза й мають деякий запас несучої здатності, то значних додаткових осідань від дії «від'ємного тертя», як правило, не може бути.

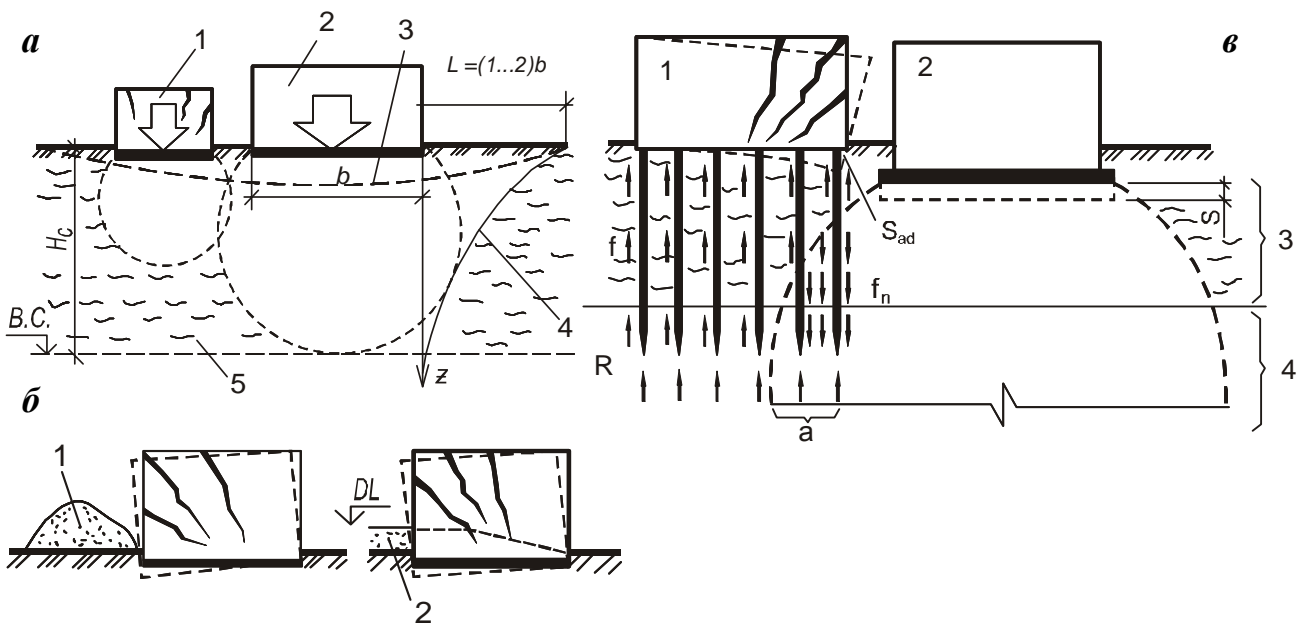


Рис. 1. Деформація будинків:

*a* – від суттєвого навантаження основи: 1 – існуючий будинок; 2 – будинок, що споруджується; 3 – воронка осідання; 4 – епіюра осідання поверхні ґрунту; 5 – сильностискаємий ґрунт;

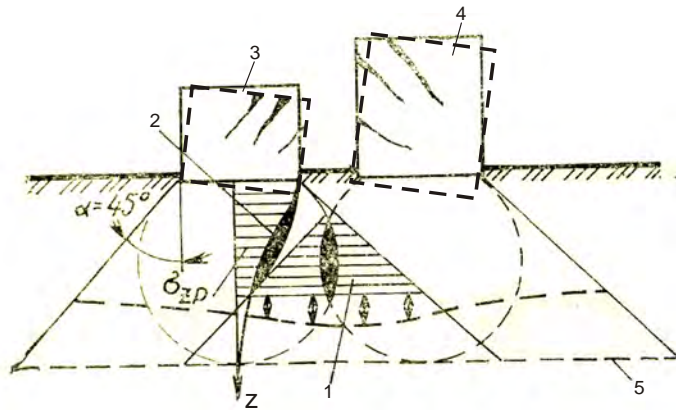
*б* – від нерівномірного привантаження основи: 1 – будівельні матеріали; 2 – насип;

*в* – від розвитку явища від'ємного тертя: 1 – існуючий будинок на палях; 2 – будинок на фундаментах неглибокого закладання; 3 – слабкі ґрунти; 4 – ґрунти, що ущільнюються

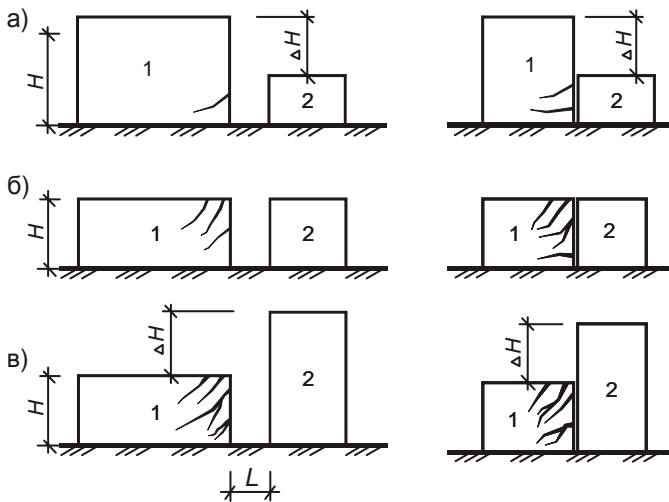
При будівництві важких будинків, споруд навколо них утворюються воронки осідання поверхні ґрунту що призводить до деформації існуючих будинків, споруд і комунікацій, які перебувають у межах зазначеної воронки. Ширина воронки осідання  $L$  поблизу будинку приблизно дорівнює сумарній товщині стиснутих шарів  $H_c$  (см. рис. 1, *a*). Поверхня ґрунту, яка безпосередньо примикає до краю підшви фундаменту будинку, що споруджується, дає осідання, яке приблизно дорівнює осіданню самого фундаменту, а з удаленням від краю підшви вона інтенсивно зменшується, см. рис. 1, *a*.

Будівництво з поруч розташованими будинками призводить до виникнення крену не тільки у існуючому будинку але й у будинку що споруджується за рахунок нерівномірного осідання фундаментів під новим будинком. Крен існуючого і нового будинків виявляється спрямованим в одну сторону (рис. 2). На величину крену істотно впливають стискальність основи, жорсткість надземних конструкцій (остову) й фундаментів.

На величину і характер деформації існуючих поруч розташованих будинків впливає ступень привантаження основи (косвенно залежить від перевищення поверховості нового будинку, споруди  $\Delta H$ ) та відстані (відступу  $L$ , м) до нового будинку, якій споруджується (рис. 3).



**Рис. 2.** Взаємний вплив поруч розташованих будинків з виникненням крену існуючого і нового будинків: 1 — зона впливу напружень; 2 — додаткові нормальні вертикальні напруження; 3 — існуючий будинок; 4 — новий будинок; 5 — нижня границя стиснутої зони



**Рис. 3.** Деформування конструкцій існуючих будинків (1) при зведенні поруч з ними нових будинків (2): а – меншої поверховості; б – рівної поверховості; в – більшої поверховості;  $L$  – відступ;  $\Delta H$  – перевищення поверховості

**Фактор В.** Деформації будинків при розробці поблизу з ними будівельних котлованів і траншів відбувається в наслідок зміни вихідного напруженого стану ґрунтової основи – знижуються вертикальні й горизонтальні напруження в масиві ґрунту нижче дна котловану й поруч із ним (рис. 3), що зменшує несучу здатність основи внаслідок повного або часткового виключення бічній пригрузки. В результаті можуть розвиватися пластичні деформації ґрунту з видавлюванням його з-під підшви фундаменту убік котловану (рис. 3,б). Інтенсивність розвитку цих деформацій у значній мірі залежить від взаємного розташування підшви раніше зведеного фундаменту й котловану, що влаштовується.

При глибині котловану, більшої глибини закладення існуючих фундаментів, можуть виникнути додаткові негативні явища: розвиток бічного активного тиску ґрунту на стінку існуючого фундаменту; утворення спадаючого укосу, стійкість якого обмежена; дія гідродинамічних сил, обумовлених зниженням рівня підземних вод у масиві ґрунту, і ін. Такі явища нерідко призводять до нерівномірного підйому дна котловану (рис. 4,б).

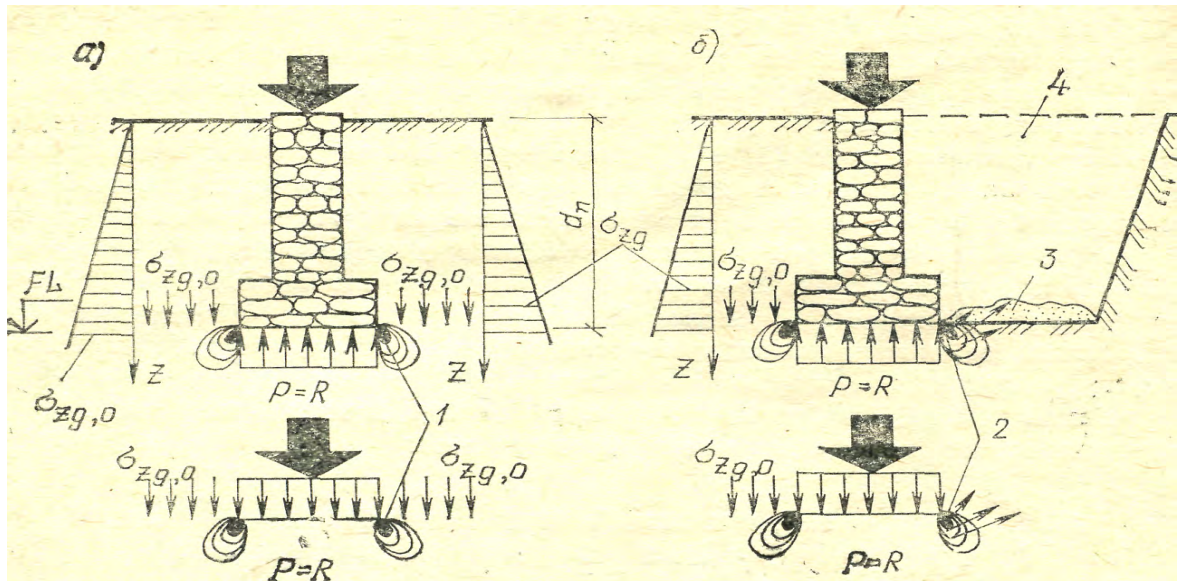


Рис. 4. Вертикальні напруження в основі фундаментів:

*a* - до розробки сусіднього котловану; *б* — після його розробки; 1 — зони пластичної деформації ґрунту; 2 — зони можливого випирання ґрунту; 3 — підйом дна котловану; 4 — котлован, влаштований біля фундаменту

Якщо середній тиск під подошвою існуючого фундаменту (у випадку безпосереднього примикання) менше розрахункового опору  $p \leq R$  (де  $R$  — розрахунковий опір ґрунту основи), тоді при розташуванні дна котловану вище на 0,5 м і більше подошви існуючого фундаменту (рис. 5), як правило, видавлювання ґрунту з-під подошви фундаменту не відбувається.

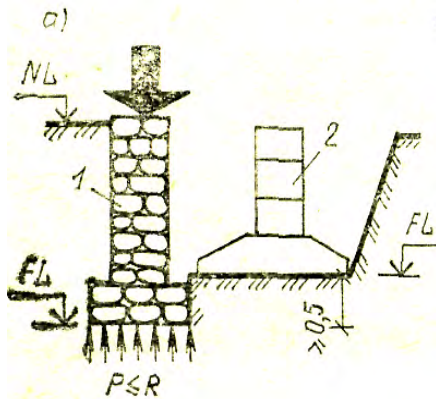


Рис. 5. Розташування існуючих (1) і нових (2) фундаментів, при якому виключається видавлювання ґрунту

При зведенні фундаментів поблизу раніше побудованих будинків треба передбачати наслідки різних негативних впливів і можливість зміни властивостей ґрунтів, які, як правило, погіршуються під час будівництва і експлуатації будинків і споруд. Тому при проектуванні основ, складених неповністю водонасиченими глинистими ґрунтами й пілуватими пісками, варто враховувати можливість зниження їх прочностних і деформаційних



характеристик внаслідок розуцільнення й підвищення вологості ґрунтів у процесі будівництва.

При розробці котловану в безпосередній близькості від існуючих будинків і споруд, які зведені на паливових фундаментах, *на глибину нижче відмітки закладення підлоги ростверку* можливе оголення палів і сповзання ґрунту (вивалювання, обвалення ґрунту) з міжпальового простору, що може викликати:

- зменшення несучої здатності палів і як наслідок додаткове нерівномірне осідання споруди;
- нахил палів під дією горизонтальних сил з руйнуванням або ушкодженням ростверку;
- руйнування підлог, влаштованих по ґрунту на ділянках примикання;
- ушкодження введів і випусків комунікацій.

**Фактор С.** Деформації будинків *при будівельному водозниженні* відбувається в наслідок зміни вихідного напруженого стану ґрунтової основи за рахунок збільшення питомої ваги ґрунту та розвитку механічної суфозії (рис. 6).

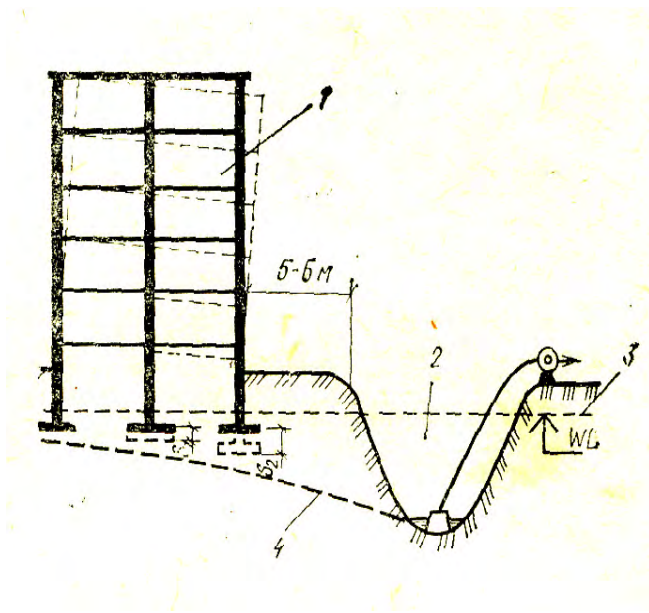


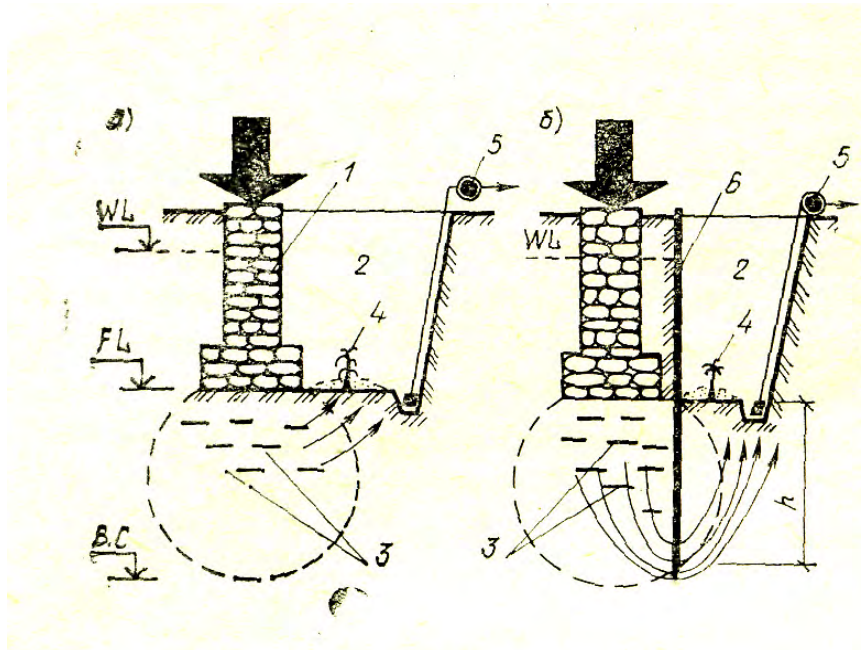
Рис. 6. Деформація будинку, викликана відкритим водовідливом із суміжної з ним траншеї:

- 1 — будинок; 2 — траншея;  
3 — рівень підземних вод до відкачки; 4 — теж, після відкачки

До значних деформацій існуючих будинків може привести навіть короткочасне зниження рівня підземних вод.

**Механічна суфозія** (винос дрібних часток ґрунту) характерна для пухких піщаних ґрунтів з неоднорідним гранулометричним складом (рис. 7). Якщо пісок однорідний, тоді суфозійний винос не розвивається, але чим більше неоднорідність ґрунту, тим більше небезпека виникнення суфозії. Механічна суфозія спостерігається також й у зв'язних ґрунтах.

Інтенсивність розвитку суфозії залежить від градієнта фільтраційного потоку, тобто від ступеню зниження рівня підземних вод, що стає небезпечним, якщо градієнт напору  $I > 0,6$  ( $I = \Delta H/l$ , де  $\Delta H$  – різниця напорів, м;  $l$  – шлях фільтрації, м).



**Рис. 7. Суфозійне руйнування ґрунту під існуючими фундаментами при відкритому водовідливі:**

*a* – без огорожуючого шпунта; *б* – при шпунті, який не забитий до водоупору або недостатньо заглибленим нижче дна котловану; 1 – існуючий фундамент; 2 – котлован будинку, що споруджується; 3 – зони ймовірного утворення порожнин; 4 – грифони; 5 – насос; б – шпунт; *h* – глибина занурення шпунта нижче відмітки дна котловану

Винос дрібних часток ґрунту призводить до збільшення швидкості фільтрації води, при цьому процес суфозійного виносу, що почався, зростає лавинне, розвивається гідродинамічний тиск води на частки ґрунту, в результаті чого напруження від власної ваги ґрунту істотно зменшуються. Найбільш значне, а отже, і найнебезпечніше зниження цієї напруги відбувається *поблизу шпунтової стінки* (рис. 7,б), внаслідок чого істотно зменшується стійкість шпунта й основи фундаменту, що веде до його осідання.

Основними заходами захисту основ від суфозії є зниження градієнтів напору й скорочення тривалості відкачки, для чого варто зменшити глибину розроблювального котловану. Якщо ж зміна глибини котловану неможливо, необхідно застосувати шпунт, занурений у водоупір, що підстилає, з утворенням (у плані) замкнутого контуру. Можна обмежитися й відносно коротким шпунтом, використовуючи його для зниження градієнта напору за рахунок збільшення шляху фільтраційних потоків ( $I$ ), спрямованих до будівельного котловану. Довжина шпунта в цьому випадку винна бути такою, щоб градієнт знизився до величини  $I < 0,6$ .

Довгострокова фільтрація води через основу фундаменту може сильно послабити ґрунт, що особливо небезпечно при відкритому водовідливі. У піс-

чаних ґрунтах можливе з високою ймовірністю розвиток *пливунних явищ* - розрідження піску потоками води, що піднімаються. При розрідженні пісчаний ґрунт буде надходити у котлован з прилеглих ділянок й у тому числі з-під фундаментів будинку, розташованих біля котловану, що приведе до їхньої деформації. Дуже істотно те, що розвиток пливунних явищ може позначитися на значній відстані, що може становити іноді десятків метрів.

Бутові фундаменти існуючих будинків часто мають великі порожнини, тому в пилюватих пісках і супісках порожнини працюють як дрени, через які проходить вода, як тільки починається розробка поблизу них котловану.

Будівельне глибинне водозниження повинне здійснюватися в стислі терміни. При цьому обов'язковим є контроль мутності води, що відкачується. Поява замулених вод – ознака розвитку механічної суфозії. У такій ситуації потрібно вживати термінових заходів: уточнити склад обсіпки фільтрів голкафільтрових пристроїв, припиняти відкачку й застосовувати інші способи розробки будівельних котлованів, наприклад, з використання протифільтраційних завіс у вигляді замкнутого огороження, конструкцій типу «стіна в ґрунті» і ін.

**Фактор D.** Деформації будинків в наслідок порушення природної структури ґрунту основи при його *водонасиченні і проморожуванні* в процесі розробки котлованів під фундаменти поруч розташованих будинків.

При зведенні котлованів поруч з існуючими фундаментами у осінньо-зимовий період виникає загроза їхнього разупрочнення внаслідок попадання у розроблені котловани атмосферних опадів що призводить до зволоження та водонасичення ґрунтів основи з можливим подальшим проморожуванням. Для кліматичних районів з великою кількістю опадів в осінній період ймовірність водонасичення ґрунту основи існуючих фундаментів є досить високою. В умовах водонасичення ґрунту основи разупрочнюються, при цьому найбільшою здатністю до разупрочнення мають лесові ґрунти, глинисті ґрунти (глини, суглинки, супіски), пилюваті й дрібні піски, а також біогенні ґрунти (торфи, заторфовані ґрунти, сапропелі).

Однієї з найбільш небезпечних причин разупрочнення названих ґрунтів є їхнє промерзання у водонасиченому стані (рис. 8). Підчас промерзання глинисті ґрунти піддаються морозному пученню. При відтаванні промерзлого ґрунту, що піддавався морозному пученню, відбувається його інтенсивне ущільнення (просідання), несуча здатність суттєво зменшується, оскільки ґрунт при цьому зобуває текучу консистенцію. У зв'язку з нерівномірним промерзанням і відтаванням ґрунту основи будинку (тільки на ділянці примикання до нового котловану), відбуваються нерівномірні деформації існуючих фундаментів і конструкцій будинку, що є особливо небезпечним.



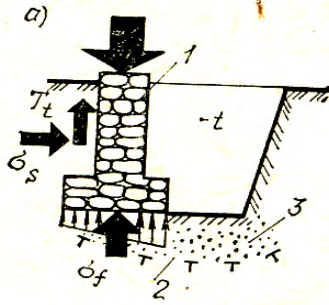


Рис. 8. Порушення природного стану ґрунту основи при його проморожуванні в процесі влаштування котловану з поруч розташованим фундаментом існуючого будинку: 1 – існуючий фундамент; 2 – границя сезонного промерзання ґрунту; 3 – мерзлий ґрунт;  $\sigma_s$  і  $\sigma_f$  - нормальні напруження по боковій поверхні та по підшві фундаменту;  $T_t$  – сумарна дотична сила випучування

Найчастіше в практиці будівництва допускають наступні помилки й порушення технології виконання земляних робіт, що призводить до порушення природної структури ґрунту основи, ушкодження будинків, розташованих поруч з будівельними котлованами:

- відсутність захисту котлованів від поверхневих вод (водо перехоплювальних траншей і обвалованій), що призводить до водонасичення ґрунтів основи існуючих будинків;
- відсутність утеплення дна котловану на ділянках примикання до поруч розташованого будинку (рис. 8), що призводить до проморожування ґрунту основи під існуючими фундаментами;
- недостатнє ущільнення ґрунту зворотного засипання між новим і старим фундаментами, у результаті чого він надалі обводнюється й самоущільнюється

**Фактор Е.** Деформації конструкцій будинків, які пов'язані з ущільненням і зрушенням одних об'ємів ґрунту відносно інших при зануренні забиванням або вдавлюванням паль і шпунта поруч з існуючими фундаментами.

При зануренні паль повинна витиснути ґрунт в обсязі, принаймні, рівному обсягу палі. Однак у процесі її занурення в ґрунті відбуваються більше складні явища, пов'язані з його ущільненням і зрушенням одних об'ємів ґрунту відносно інших. Інтенсивність розвитку таких деформацій у різних зонах ґрунтового масиву й у різний час залежить від виду й поточного стану ґрунту, способу занурення палі, її розмірів.

При забиванні та вдавлюванні паль у результаті розвитку додаткового осідання або випирання ґрунту навколо палі, можуть виникнути небезпечні деформації існуючих будинків. Тому при проектуванні й будівництві нових будинків поруч з існуючими необхідно попередньо встановити ступінь небезпеки впливу занурення паль та шпунтів на основу і конструкції існуючих будинків, а також вибрати тип паль, занурення яких не викличе неприпустимого ущільнення і зрушення одних об'ємів ґрунту відносно інших.

При сучасних способах механізації палевих робіт процес занурення паль відбувається швидко, а ущільнення ґрунтів, пов'язане з вижиманням води з пор,

вимагає значного часу. Оскільки швидкість руху води в ґрунтах залежить від розмірів пор, ущільнення ґрунтів різного гранулометричного складу буде протікати по-різному. За ступенем ущільненості в процесі занурення палі ґрунти можна підрозділяти в такий спосіб:

- a)* ґрунти, що ущільнюються (піщані, супіщані);
- b)* ґрунти, які частково ущільнюються (маловологі зв'язні);
- c)* ґрунти, які практично не ущільнюються (водонасиченні глинисті).

При зануренні палі у *піщані ґрунти (a)* в перший момент вістря палі, захоплюючи шари ґрунту, переміщає їх униз із одночасним ущільненням. Коли ущільнення ґрунту під вістрям досягає певної межі, ґрунт починає видавлюватися в сторони й у напрямку до поверхні. Переміщення ґрунту в горизонтальному напрямку починається при деякому мінімальному заглибленні палі, при подальшому її заглибленні відбувається випирання ґрунту на поверхню, але не по бічній поверхні палі, а на деякій видаленні від неї. Найбільші переміщення часток ґрунту спостерігаються біля вістря на відстані до півтора діаметрів палі.

У *маловологих піщаних, супіщаних і гравелистих ґрунтах* середньої щільності й щільних при безперервному забиванні палі може спостерігатися швидке зменшення відмов. Після «відпочинку» (перерви на кілька днів у роботі) занурення палі може бути успішно продовжено, при цьому відмова зростає. Таке явище пояснюється тим, що при забиванні ґрунт навколо палі швидко ущільнюється, особливо під вістрям, що перешкоджає зануренню палі, у результаті чого може сильно зрости рівень коливань ґрунту. Через деякий проміжок часу відбувається часткове зменшення опору ґрунту (релаксація - розслаблення), і відмова палі збільшується.

У *насичених водою чистих пісках і гравелистих ґрунтах*, що мають великі пори, вода віджимается швидко, що сприяє переміщенню часток у значній по глибині зоні під кінцем палі й тому місцева ущільнена зона не утворюється. Крім того, відсутність глинистих і пиловатих часток у таких ґрунтах виключає можливість виникнення плівки - змащення тиксотропного характеру на поверхні палі, що знижує її бічний опір, і тому «відпочинок» не впливає на величину відмови.

При зануренні палі у *глинисті ґрунти (b)* виникають більше складні процеси. Палі, що забивається у ґрунт, розсовує в сторони й вдавлює вниз частки ґрунту. У ґрунті навколо палі утворюються поверхні ковзання й область перем'ятого ґрунту. Поперечні розміри цієї області зростають, але за досягненням палею деякої глибини збільшення розмірів припиняється, і при подальшому зануренні палі розміри залишаються без зміни. Радіус зони деформування залежить від властивостей ґрунту, поперечних розмірів палі й способу її занурення.

Чим менше міцність ґрунту, тим менше розміри області, де відбуваються деформації.

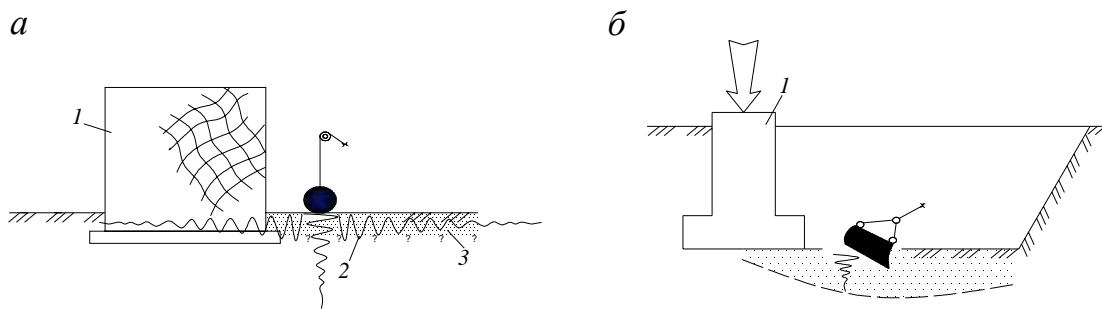
Якщо *глинисті ґрунти маловологі*, тоді при забиванні палі ґрунт в основному ущільнюється за рахунок зменшення обсягу пор, заповнених повітрям. Якщо глинистий ґрунт містить мало колоїдних глинистих часток, тоді розупрочнення від перем'яття й динамічних впливів буде незначним. Ступінь розупрочнення стрічкових ґрунтів, іюльдієвих глин і ілів при забиванні палі збільшується, тому ґрунт, що витісняється, буде випробовувати менші опори при переміщенні вгору - у напрямку порушеного ґрунту. У зв'язку із цим у процесі забивання палі поперечні розміри зони деформацій і ступінь ущільнення ґрунту будуть невеликі, але збільшиться кількість видавленого нагору ґрунту. Найбільш інтенсивно випір ґрунту відбувається на початку занурення палі. Чим менше ущільнення ґрунту, тим більше його випір. Обсяг деформованого ґрунту може досягати 100% об'єму зануреної палі залежно від її розмірів, властивостей ґрунту й способу занурення. За закінченням забивання палі або при перервах видавлювання ґрунту припиняється й починається його осідання внаслідок консолідації. Таким чином, розміри області деформування залежать від площі поперечного перерізу й довжини палі, властивостей ґрунту, швидкості й черговості занурення.

При забиванні палі у *м'яко пластичні глинисті ґрунти* вода не встигає піти в навколишню ґрунтову товщу й утворить свого роду змащення бічної поверхні стовбура палі, різко знижуючи опір ґрунту по цій поверхні. Крім того, динамічний вплив викликає розрідження ґрунту навколо палі, якій також виконує функцію змащення, що полегшує занурення палі. Тому при безперервному забиванні палі величина відмов знижується все повільніше й паля починає легше йти в ґрунт. Після ж «відпочинку» відбувається трансформація вільної води у фізично зв'язану, тому паля важко піддається подальшому забиванню. Це явище «засмокткування» необхідно враховувати при забиванні палі, особливо составних. При великих перервах у зануренні наступних ланок паля в ряді випадків не може бути забита до проектної відмітки, тому що відмови зменшуються в кілька разів. При цьому зростає інтенсивність динамічних впливів і, отже, небезпека uszkodжень сусідніх будинків суттєво зростає.

При зануренні палі у *слабкі водонасиченні глинисті ґрунти (с)* ущільнення ґрунту практично не відбувається через малу швидкість фільтрації води в порівнянні зі швидкістю занурення палі. Такі ґрунти є, як правило, високочутливими, і при зануренні палі вони перетворюються у навколо пального просторі в текучу масу, що не ущільнюється повністю, та легко видавлюється нагору, не порушуючи масиву навколишнього ґрунту.

**Фактор F.** Деформації конструкцій будинків, які виникають в наслідок динамічного або вібраційного впливу на ґрунт основи і фундаменти від працюючих будівельних механізмів та робочих органів, у тому числі й при зануренні збірних паль і шпунта ударним, віброударним та вібраційним методами (рис. 9).

У стиснутих умовах існуючої забудови в процесі розробки котлованів з використанням важких екскаваторів, у тому числі з ковшами активної дії або екскаваторів-драглайн, які передають на ґрунт інтенсивні динамічні впливи (рис. 9,б), розпушування мерзлого ґрунту, руйнування асфальтобетону та старих фундаментів і конструкцій підземної частини з використанням важких ударних механізмів (гідро- і пневмомолотів, кулі-молотів або клина-молота, рис. 9,а), в процесі влаштування свердловин з використанням важкого бурового обладнання, а також при зануренні збірних паль і шпунта ударним, віброударним та вібраційним методами поруч з існуючими будинками розвиваються додаткові осідання від струсу, а конструкції будинків одержують пошкодження від дії інерційних сил.



**Рис. 9.** Порушення природного стану ґрунту від динамічного впливу механізмів:  
 а - при влаштуванні котлованів: 1 – існуючий фундамент;  
 б – при руйнуванні конструкцій: 1 – будинок; 2 – клин-молот; 3 – мерзлий ґрунт;

Пошкодження конструкцій будинків може розвиватися й при переданні вібраційних коливань від проходження будівельного транспорту поруч з існуючими будинками, від вібраційних коливань, які утворюються при роботі двигунів та робочих органів будівельних машин, у тому числі які працюють у холостому режимі.

Найбільш чутливими до ущільнення при динамічних та вібраційних впливах є *пухкі піщані водонасиченні ґрунти*.

У випадку коли існуючі будинок збудовано на палючих фундаментах, необхідно враховувати можливість ущільнення біля них ґрунтів при динамічних впливах і розвитку явища «від'ємного тертя» у палях.

Вплив динамічних впливань на ґрунти основи зростає зі збільшенням числа джерел коливання.

При зануренні шпунта й палі в результаті роботи палебійного обладнання в **навколишніх ґрунтах виникають коливання**. Вплив цих коливань на близько розташовані будинки або споруди може привести до ушкодження або руйнування конструкцій внаслідок додаткового нерівномірного осідання основ, випирання ґрунту при втраті його стійкості, дії вібрації на конструкцію.

Глинисті ґрунти в меншому ступені реагують на вібрацію, чим піски. Для розвитку деформацій глинистих ґрунтів потрібне тривалий вплив вібрації, тому при забиванні шпунта існуючі фундаменти не втрачають своєї стійкості, якщо він забивається до розробки котловану. Інакше реагують на динамічні впливи водонасиченні піски й супіски, що перебувають у пухкому стані або в стані середньої щільності. Існуючі фундаменти в таких ґрунтах можуть піддаватися значним нерівномірним осіданням внаслідок ущільнення або видавлювання ґрунту з-під фундаментів.

Ступінь небезпеки коливань при забиванні палі, що викликають осідання фундаментів будинків, істотно залежить від виду ґрунту, глибини занурення палі, відстані від палі до існуючих будинків, розмірів палі й ряду інших факторів. Амплітуди зсувів швидко загасають зі збільшенням відстані й істотний їхній вплив позначається на відстані  $L \leq 20$  м (рис. 10,а).

Зі збільшенням глибини занурення палі амплітуди зсувів ( $A_z$ , мкм) можуть змінюватися в 1,5—2 рази — зони А і Б (рис. 10,б). Найбільші значення амплітуд спостерігаються при зануренні палі на глибину 3—6 м (зона А — критична глибина). Однак збільшення амплітуди на глибині може бути пов'язане з особливостями геологічної будови площадки, можливими перервами (зона Б) у зануренні палі в тиксотропних ґрунтах (явище засмоктування — швидке відновлення структурних зв'язків між частками ґрунту, а також утворення їх між ґрунтом і палею після припинення забивання).

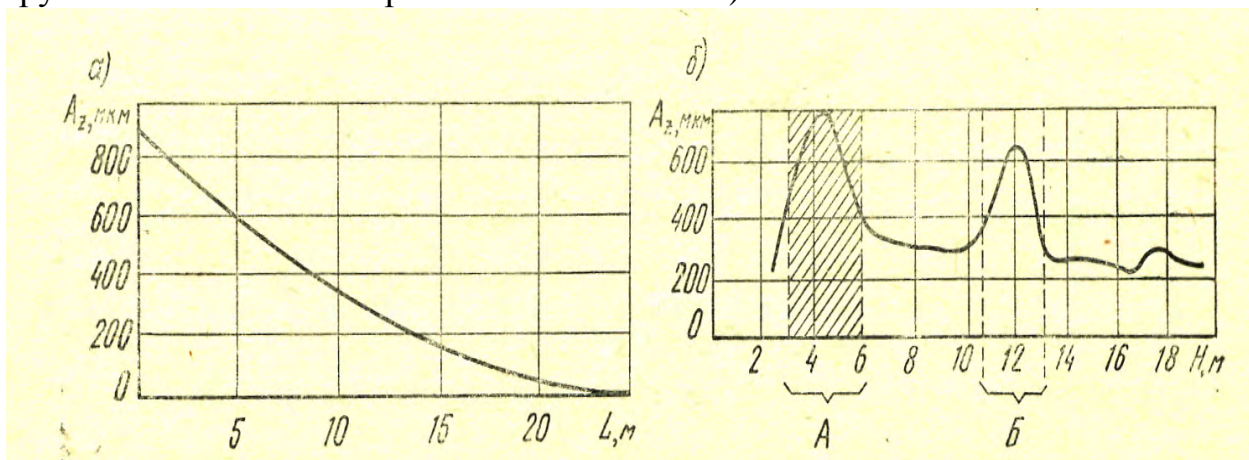


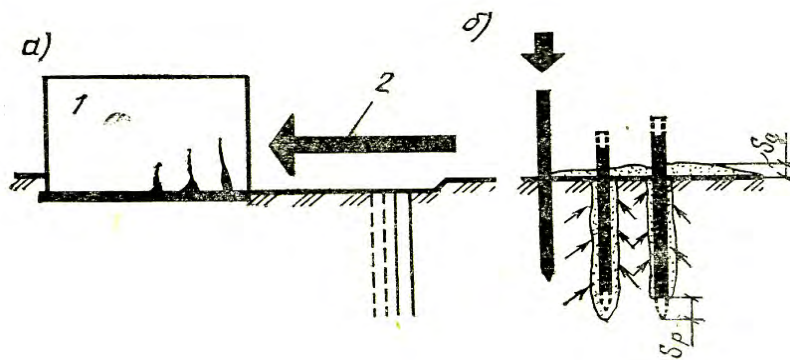
Рис. 10. Зміна амплітуди вертикальних коливань (амплітуди зсувів):  
 $A_z$  — залежно від відстані ( $L$ , м) від палі (а) і глибини ( $H$ , м) її занурення (б)



Застосування для забивання паль молота меншої ваги приводить до зниження амплітуд зсувів ґрунту й відповідно зони їхнього впливу.

Для зниження рівня коливань доцільно також зменшувати частоту ударів і висоту падіння молота, збільшуючи його ваги, а також скорочувати час «відпочинку» палі в процесі забивання. Найбільш ефективним для зниження рівня коливань є наступні способи занурення паль: у лідерні свердловини, у тиксо-тропній сорочці, вдавненням і ін.

При зануренні паль у глинисті ґрунти нерідко відбувається підняття ґрунту ( $S_q$ , мм) й раніше забитих паль ( $S_p$ , мм, див. рис. 11). Підняття ґрунту під конструкціями існуючого поруч розташованого будинку найчастіше спостерігається при забиванні паль у напрямку до нього. У результаті піднімаються підлоги у підвалі (які влаштовані по ґрунту) або на першому поверсі (без підвальної будинки), фундаменти неглибокого закладення, а також і пальові фундаменти, розвиваються деформації несучих конструкцій будинків (рис. 11,а).



**Рис. 11.** Вплив забивання паль на технічний стан існуючих поруч розташованих будинків (а) і підняття раніше занурених паль при забиванні наступних (б):  
1 — існуючий будинок; 2 — напрямок фронту робіт при забиванні паль

Підйом раніше забитих паль при зануренні наступних пояснюється тим що опір ґрунту зсуву в сторони в ряді випадків більше, ніж нагору, тому ґрунт випираючи нагору, захоплює за собою й раніше забиті палі (рис. 11,б). У палі, піднятої ґрунтом, контакт між вістрям і ґрунтом порушується. Порожнина під вістрям, заповнюється ґрунтом з порушеною структурою, стискальність якого набагато більше, ніж стискальність ґрунту в природному стані. Величина підйому ( $S_p$ , мм) раніше забитих паль залежить від показника плинності ґрунту, розмірів паль, що занурюють, щільності пального поля, ґрунтових умов, швидкості й способу занурення.

Радіус зони підняття у глинистих ґрунтах може сягати 8,5...10,0 м, а сумарна величина підняття паль – 200...250 мм. Підняття дна котловану може становити від 300 до 800 мм залежно від щільності розташування паль у пальному полі. Розміри зони впливу, величина підняття раніше забитих паль і дна

котловану залежать головним чином від фізико-механічних властивостей глинистих ґрунтів (від твердого до текучепластичного стану), відстаней між палями й порядку забивання паль. Чим менше показник плинності глинистих ґрунтів, тим більше інтенсивність підняття раніше забитих паль при зануренні наступних. Палі, розташовані ближче до меж котловану, мають звичайно меншу сумарну величину підняття, чим палі, розташовані в середині котловану. Це пов'язане зі збільшенням щільності ґрунту у середній частині котлованів (палевого поля).

### Література.

1. *Далматов Б.И.* Проектирование и устройство фундаментов около существующих зданий. – Л.: ЛДНТП, 1976. – 32 с.
2. *Калюжнюк М.М., Рудь В.К.* Сваебойные работы при реконструкции: (Влияние колебаний на здания и сооружения). – Л.: Стройиздат, 1989. – 159 с.
3. *Проектирование и возведение фундаментов вблизи существующих сооружений: Опыт строительства в условиях северо-запада СССР / С.Н. Сотников, В.Г. Симагин, В.П. Вершинин /Под ред. С.Н. Сотникова.* – М.: Стройиздат, 1986. – 94 с.
4. *Симагин В.Г.* Особенности проектирования и возведения фундаментов около существующих зданий. – М.: Стройиздат, 1986. – 94 с.
5. *Осипов О.Ф., Гладун І.Т.* Будівництво в умовах міської забудови. Досвід і перспективи // Містобудування та територіальне планування. Науково-технічний збірник. Вип. 17 // Київ: КНУБА, 2004. – С. 216-224.
6. *Осипов О.Ф., Гладун І.Т.* Методика оцінки чинників впливу на параметри технологічних процесів при влаштуванні фундаментів з поруч існуючими будинками // Містобудування та територіальне планування. Науково-технічний збірник. Вип. 19 // Київ: КНУБА, 2004. – С. 179-185.
7. *Осипов О.Ф., Акимов Ф.Н., Гладун І.Т.* Технологічні аспекти зведення конструкцій підземної частини з поруч розташованими будинками // Будівництво та техногенна безпека. Збірник наукових праць. Вип. 22 // Сімферополь: НАПКБ, 2008. – С. 70-75.
8. *Осипов О.Ф., Черненко В.К., Гладун І.Т.* Раціональні технологічні рішення з влаштування фундаментів та конструкцій підземної частини з поруч розташованими будинками // Містобудування та територіальне планування. Науково-технічний збірник. Вип. 34 // Київ: КНУБА, 2009. – С. 179-187.
9. *Инструкция по проектированию зданий и сооружений в существующей застройке г. Киева: ВСН–2–80.* – Киев, 1980. – 21 с.
10. *Инструкция по забивке свай вблизи зданий и сооружений: ВСН 358–76.* – М.: Стройиздат, 1976. – 52 с.
11. *Организационно-технологические правила производства бетонных и железобетонных работ по устройству фундаментов и заглубленных сооружений при реконструкции промышленных объектов // Беляков Ю.И., Снежко А.П., Осипов А.Ф. и др.* – Киев: Минпромстрой УССР, 1986. – 212 с.

12. *Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки. /ВСН 490-87/. – М.: Минмонтажспецстрой СССР, 1988. – 32 с.*

**Анотація.**

В статті виконано систематизація факторів які впливають на напружено-деформований стан конструкцій і основу поруч розташованих будинків при здійсненні нового будівництва в умовах щільної міської забудови.

**Аннотация.**

В статье выполнена систематизация факторов, влияющие на напряженно-деформативное состояние конструкций и основание рядом расположенных зданий при осуществлении нового строительства в условиях плотной городской застройки.

**The summary.**

In article ordering of the factors, influencing on intense-deformativnoe a condition of designs and the basis is executed by a number of the located buildings at realization of new building in the conditions of dense city building.