

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ НОРМАТИВНОГО АКТУ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД В СКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ ТА СЕЙСМОНЕБЕЗПЕЧНИХ УМОВАХ УКРАЇНИ

Матвеев І.В

ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»
м. Київ, Україна

АНОТАЦІЯ: Наведена кратка характеристика геотехнічних процесів у складних інженерно – геологічних і сейсмонебезпечних умовах будівництва України. Вказані основні види прояву геотехнічних впливів на об'єкти будівництва, які можуть бути реалізовані в різноманітних сполученнях. Надані принципи побудови нормативного Акту щодо проектування конструктивних і геотехнічних заходів захисту об'єктів від впливів і їх розрахункового обґрунтування.

АННОТАЦИЯ: Приведена краткая характеристика геотехнических процессов в сложных инженерно-геологических и сейсмоопасных условиях Украины. Указаны основные виды проявления геотехнических воздействий на объекты строительства, которые могут проявляться в различных сочетаниях. Даны принципы построения нормативного Акта по проектированию конструктивных и геотехнических способов защиты объектов строительства от воздействий и их расчетного обоснования.

ABSTRACT: A short characteristic of the geological process in complex engineer-geological and seismic conditions in Ukraine is given in paper. The main kind of the geological actions occurrence to construction objects (these actions may be occurred with different combination) is mentioned there. The design principles of normative Act on development of the structural and geotechnical methods for protection of the construction objects against actions and their design grounding are given in paper.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: складні інженерно-геологічні і сейсмонебезпечні умови, геотехнічний вплив, конструктивний і геотехнічний захист, розрахунки, принципи побудови нормативного акту щодо проектування об'єктів.

ВСТУП

Стратегічною метою нормативно-технічного регулювання будівельної галузі є створення сприятливих умов для формування надійності, безпеки, високої культури та раціонального проектування і спорудження об'єктів будівництва, які є ознаками і показником розвинутого суспільства.

Нормативно-технічна діяльність та нормування у сфері будівництва спрямовані на вдосконалення нормативно-технічних актів відповідно до принципів правового регулювання будівельної діяльності та законодавства України, забезпечення будівельної діяльності під захистом закону, захист прав споживачів проектної та будівельної продукції, забезпечення експлуатаційної надійності конструктивних елементів та стійкості споруджуваних об'єктів.

Нормативний Акт, що розробляється, повинен встановлювати загальні положення щодо проектування будинків, будівель і споруд (у подальшому об'єктів будівництва), що зводяться у складних інженерно-геологічних і гірничо-геологічних та сейсмонебезпечних умовах території України.

Нормативний Акт повинен встановлювати основні вимоги, яким повинні відповідати об'єкти будівництва, що проектуються з урахуванням складних інженерно і гірничо - геологічних умов зведення, навантажень, геотехнічних статичних, динамічних та сейсмічних впливів та їх сполучень.

Нормативний Акт повинен розглянути наступні питання: загальні положення, конструктивні рішення будинків і споруд, різноманітні складні інженерно і гірничо - геологічні умови їх зведення, конструктивні та геотехнічні заходи їх захисту від геотехнічних статичних, динамічних і сейсмічних впливів, вихідні дані а також вимоги до розрахунків і проектування. Визначені також вимоги до науково технічного супроводу і моніторингу будинків і споруд при проектуванні і будівництві.

ГЕОТЕХНІЧНІ ВПЛИВИ СКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНО І ГІРНИЧО - ГЕОЛОГІЧНИХ ТА СЕЙСМОНЕБЕЗПЕЧИХ УМОВ БУДІВНИЦТВА УКРАЇНИ [1]

Територія забудови України більш ніж на 80% відноситься до складних інженерно-геологічних умов, біля 22% створюють сейсмонебезпечні території, майже 70% території займають просідаючі ґрунти.

Потужність **лесових ґрунтів** по Україні становить 7...10 м, а особливо у Середньому і Нижньому Придніпров'ї - 12...25 м., в районі м. Нікополь досягає 30 м. і більше. Величина просідання від власної ваги

грунту таких значних товщ становить 0,6-1,0 м., в окремих випадках до 2 м. і вище.

Площа **підроблюваних територій** вугільних родовищ становить близько 2% – це Донецький і Львівсько-Волинський басейни.

Український Донбас займає територію трьох областей: Донецької, Дніпропетровської і Луганської. Вугленосна площа цього басейну складає близько 55% його адміністративної території. Глибина залягання вугільних пластів становить 190-1000 м., потужність 0,2...3, 0 м. Для геологічної будови території характерне залягання вугільних пластів горизонтального, пологого і кругого падіння, а також тектонічні порушення у вигляді скидання, зрушення, надвигів, розривів щільності. Період активної стадії зрушення становить 3-6 місяців.

Львівсько-Волинський вугільний басейн розташований на території Львівської і Волинської областей. Вугленосна площа басейну становить біля 12% його адміністративної території. Глибина залягання вугільних пластів становить 340-485 м, потужність 0,2...3,0 м. Вугільні пласти залягають майже горизонтально, тектоніка басейну не відрізняється складністю. Період активної стадії зрушення становить 10-16 місяців при повній тривалості періода зрушення до 40 місяців.

В Україні розвідано 94 види корисних копалин і розробляється 8 000 родовищ у різних регіонах країни.

Видобуток **кам'яної солі** (у т.ч. методом вилуговування, що призводить до порушення гідрогеологічного режиму підземних вод) здійснюється у північно-західному Донбасі - Донецький соленосний басейн, у Закарпатському (Солотвіно) та Передкарпатському (Стебніківськ) басейнах.

Калуш-Голинське і Стебніківське родовище **калійних руд**, особливістю яких є плавні і тривалі осідання земної поверхні при менших швидкостях процесу зрушення. Максимальні осідання на Калуш-Голинському родовищі досягаються через 35 років при цьому швидкості осідання становились максимальними через 7 років. Обидва родовища тривалий час не експлуатуються через серйозні техногенно-екологічні проблеми території внаслідок недотримання вимог надрокористування.

Р. Долина - підземний видобуток **нафти і газу**; Причорноморська територія є перспективною щодо відкриття нових родовищ нафти і газу.

Полтавський і Львівський райони та Юзівське родовище (Харківська і Донецька області, м. Слав'янськ) – перспективні щодо підземного видобутку **слацевого газу**.

Криворізький **залізорудний** і Нікопольський **марганцевий** басейни – райони видобутку залізної і марганцевої руд; у Житомирській і Дніпропетровській областях – родовища **титанових руд**, Нікітовське родовище у Донбасі - унікальне по запасах **ртутних руд**.

У Житомирській області України значні запаси **граніту і лабродоріту**.

Всі види мінеральної сировини складають базу гірничовидобувної промисловості. Продукти видобутку забезпечують функціонування таких галузей, як енергетика, чорна та кольорова металургія, хімічна промисловість, порцеляно-фаянсова індустрія та промисловість будівельних матеріалів, а відповідно і будівельну галузь.

В районах, де ведеться підземний видобуток корисних копалин, спостерігаються різні форми деформацій земної поверхні – від плавних осідань до провалів, які необхідно враховувати при проектуванні об'єктів будівництва. В районах відкритого видобутку - виникають проблеми будівництва на прилеглий території, пов'язані зі способами видобутку (динаміка від вибухів, безпечна відстань до об'єктів будівництва, екологічні проблеми тощо).

Території розповсюдження **карстових і карстово-суфозійних процесів** – це Прикарпаття – Львівська, Івано-Франківська і Тернопільська області, Приазов'я – Донецька і Запорізька області.

Виникнення і розвиток цих процесів відбувається внаслідок розчинення деяких гірських порід (вапняків, гіпсу, кам'яної солі ін.) підземними водами. Характерними видами деформацій земної поверхні є плавні осідання на великих площах (мульди осідання), локальні осідання, провали і воронки. Техногенні впливи призводять до різкої активізації карстонебезпечних процесів, лише за 10 років (до 1981 р.) кількість провальнопросідаючих деформацій збільшилась з 100 до 2000 і більше.

Зсувні процеси розвинені на площі біля 70 тис. га, райони розташування узбережжя Чорного і Азовського морів, Київського і Канівського водосховищ, сходи долин і річок басейнів Дніпра, Дністра, Північного Дінця, гірські райони Карпат, ділянки Чернігівської, Львівської, Закарпатської, Одеської, Полтавської, Луганської, Миколаївської, Запорізької областей.

Підтопленням внаслідок техногенного підйому рівня підземних вод (РПВ) охоплено близько 1 млн. га країни. Найбільш інтенсивний підйом РПВ зафіксований у Дніпропетровській, Запорізькій, Херсонській, Івано-Франківській і Львівській областях. В цілому по Україні з 25 областей майже 20 схильні до інтенсивного підтоплення.

Слабкі ґрунти зустрічаються на ділянках у різних регіонах країни; до слабких ґрунтів слід відносити: торфи і заторфовані ґрунти, мули, сапропелі, глинисті ґрунти с коефіцієнтом консистенції більше 0,5, ґрунти мокрих солончаків, насипні, намивні.

На заболочених територіях Волині і Рівненщини розташовані найбільш заторфовані регіони.

Сейсмоактивні регіони – Причорноморський і Карпатський включають 8 сейсмоактивних зон, а саме: Закарпаття, Передкарпаття, Буковина і Південно-західне закінчення Східноєвропейської платформи. У Києві ці землетруси відчуваються інтенсивністю 4-5 балів, в містах Карпатського регіону (м. Чернівці, Ужгород і ін.) та у Причорноморському регіоні – 7-8 балів. Згідно таблиці А1 Додатку А ДБН В.1.1-12 для об'єктів класу наслідків (відповідальності) СС3 за картою С підлягають врахуванню сейсмічних впливів від 6 до 10 балів по всій території України. В сукупності з складними інженерно – геологічними умовами це накладає додаткові вимоги до проектування.

Більше 100 населених пунктів країни, серед яких міста Київ, Одеса, Дніпропетровськ, Донецьк, Дніпродзержинськ і ін. розташовані в зоні **одночасної дії** декількох ексогенних процесів (ЕГП), що включають зсуви, підтоплення, карст, сейсміку у різних їх сполученнях. Території з сильною ураженістю всіма видами ЕГП - Кривбас, Львівсько-Волинський басейн, Нікополь-Марганцевський басейн і ін. складають близько 7,3% території країни.

Зазначена складність умов зведення будівельних об'єктів і подальшої їх безпечної і тривалої експлуатації потребує її врахування при розробці конструктивної частини проектів.

Проектування будинків і споруд в складних інженерно - геологічних і сейсмонебезпечних умовах слід виконувати виходячи з двох граничних станів: **за деформаціями** при яких визначаються переміщення конструкцій об'єктів, що повинні бути в межах допустимих, обумовлених експлуатаційними технологічними і соціальними вимогами; **за несучою здатністю** де визначенні внутрішні зусилля і напруження в конструкціях які не повинні перевищувати їх граничних значень - несучої здатності . Ці вимоги повинні бути забезпечені на всьому періоді будівництва і експлуатації об'єктів.

В звичайних інженерно – геологічних і сейсмонебезпечних умовах будівництва або у випадках коли негативні впливи складних інженерно – геологічних умови ще не реалізовані, деформований стан об'єктів обумовлюються їх конструктивною схемою, що визначає систему передачі навантажень на основу, характером цих навантажень (статичних чи динамічних, зосереджених чи розподілених) і характеристиками фізико механічних і міцнісних властивостей нашарувань ґрунтів основи за даними інженерно – геологічних вишукувань на майданчику. Таким чином при проектуванні необхідні дані з наступних питань:

- 1) конструктивної схеми об'єкту будівництва;
- 2) інженерно геологічних умов його зведення і подальшого існування (УЗ і П);
- 3) навантажень.

В складних інженерно – геологічних і сейсмонебезпечних умовах (ІГ і СУ) будівництва необхідно враховувати ще й додаткові чинники - геотехнічні впливи що не пов'язані з вказаними категоріями, проте впливають на напружено деформований стан будинків і споруд. Перелік таких чинників залежить від видів складних ІГ і СУ та інтенсивності їх дій (табл. 1).

Таблиця 1

Перелік уніфікованих геотехнічних впливів на об'єкти будівництва (будинки і споруди) в залежності від видів складних ІГ і СУ

Вид складних ІГ і СУ	Дії чинника, впливи	Зміна УЗ і УПШ
1. Підробка ґрунтової основи фундаментів будинків і споруд	Мульда або уступ на поверхні при підробці товщі ґрунтової основи, зміна розрахункової контактної схеми (це жорсткісні характеристики основи, та /або її контакт з фундаментами) ¹	<ul style="list-style-type: none"> • Розуцільнення ґрунту основи в розтягнутій зоні мульди² • Ущільнення ґрунту основи в стиснутій зоні мульди
2. Просідання ґрунтів основи фундаментів будинків і споруд при	Мульда просідання на поверхні ґрунтової основи від її власної ваги, зміна розрахункової контактної схеми ³	<ul style="list-style-type: none"> • Розуцільнення ґрунту основи в розтягнутій зоні мульди⁴ • Зміна міцності ґрунтів і їх механічних характеристик в зоні замочування⁵

¹ Осідання контактної поверхні ґрунтової основи з конструкціями фундаментів у вигляді вертикальних і горизонтальних переміщень при підробці масиву ґрунтової товщі в залежності від характеру нашарувань пластів пологого чи крутого падіння. Це змінює розрахункову схему взаємодії основи з конструкціями фундаментів і заглиблених конструкцій споруд.

² В розтягнутій зоні мульди виникає розуцільнення ґрунту основи, що призводить до зниження механічних властивостей ґрунтової основи фундаментів.

³ Просідання контактної поверхні ґрунтової основи з конструкціями фундаментів від власної ваги ґрунту у вигляді вертикальних і горизонтальних переміщень та додаткових навантажень на конструкції і фундаменти глибокого закладання за рахунок від'ємного тертя при локальному замочуванні просідаючих ґрунтів основи або підйомі рівня ґрунтових вод. Цей вплив змінює розрахункову схему взаємодії основи з конструкціями фундаментів і заглиблених конструкцій споруд.

⁴ В розтягнутій зоні мульди виникає розуцільнення ґрунту основи, що призводить до зниження механічних властивостей ґрунтової основи фундаментів.

замочуванні в локальній зоні чи при підйомі УПВ		• Додаткові навантаження при негативному терті
4. Зсув, сповзання укосів в напрямку конструкції фундаментів і утримуючих споруд	Переміщення оточуючих ґрунтів і додаткові зсувні навантаження від них на конструкції ⁶	–
5. Карст і карсто-суфозійні процеси під основами будинків і споруд	Осідання основи у вигляді плавних осідань або провальних вертикальних зрушень, зміна розрахункової контактної схеми ⁶	• Розуцільнення ґрунту основи в розтягнутій зоні мульди плавних осідань ⁷ • Уцільнення ґрунту основи в стиснутій зоні мульди плавних осідань
6. Видобуток корисних копалин закритим або відкритим способом під основами будинків і споруд чи поблизу них.	Осідання основи у вигляді плавних осідань або провальних вертикальних зрушень, зміна розрахункової	–

⁵ В деформованій зоні основи фундаментів виникають просідання ґрунту за рахунок зменшення структурної міцності при їх локальному замочуванні, що призводить до зменшення механічних властивостей ґрунтової основи.

⁶ Осідання контактної поверхні ґрунтової основи з конструкціями фундаментів у вигляді вертикальних і горизонтальних переміщень при механічних суфозійних виносах ґрунту масиву ґрунтової товщі в залежності від характеру нашарувань пластів пологого чи крутого падіння. Це змінює розрахункову схему взаємодії основи з конструкціями фундаментів і заглиблених конструкцій споруд.

	контактної схеми ⁷	
7. Рух важкого транспорту (будівельна техніка, потяги наземні чи метро)	Динамічні хвилі від вибухів, роботи важкої техніки чи їх руху, зміна розрахункової контактної схеми на динамічну ⁸	–
8. Слабкі ґрунти, що залягають в основі будинків і споруд	Велика і нерівномірна піддатливість ґрунтів основи при навантаженнях і її мінливість в часі ⁹	–
9. Підтоплення ґрунтової основи будинків і споруд	–	Зменшення механічних і характеристик міцності

⁷ Осідання контактної поверхні ґрунтової основи з конструкціями фундаментів у вигляді вертикальних і горизонтальних переміщень при видобутку корисних копалин закритим чином і деформуванні ґрунтової товщі в залежності від характеру нашарувань пластів пологого чи крутого падіння. Це змінює розрахункову схему взаємодії основи з конструкціями фундаментів і заглиблених конструкцій споруд.

⁸ При відкритому видобутку копалин при вибухах, роботі важкої техніки або їх русі чи русі важкого транспорту до споруд добігають динамічні хвилі, що потребує їх урахування при розрахунках за динамічними моделями.

⁹ Великі нерівномірні вертикальні осідання основи потребують застосування засобів по їх зменшенню і пристосування конструкцій до їх сприйняття на підставі розрахункового обґрунтування.

		грунтів внаслідок їх зволоження ¹⁰
10.Динамічні впливи, що передаються на основи від важкого обладнання транспорту, ибухів ¹¹	Поверхневі хвилі (вертикальні і горизонтальні переміщення масиву основи, що змінюється в часі) зміна моделі на динамічну	Розтягання, стискання основи, що змінюється в часі, зміна напружень і фізико-механічних характеристик ґрунтів

Враховуючи викладене в складних ПГ і СУ необхідно враховувати додаткові чинники геотехнічних впливів, які вносять додатки до навантажень і змінюють умови зведення і подальшого існування (УЗ і ПІ).

В цьому випадку при проектуванні необхідні розширені дані з наступних питань:

1. конструктивної схеми об'єкту будівництва,
2. інженерно геологічних умов УЗ і ПІ,
3. навантажень,
4. геотехнічних впливів,

5. корегування умов зведення об'єкту і подальшого існування УЗ і ПІ за п.2.

Визначення навантажень і геотехнічних впливів для кожного з вказаних видів складних ПГ і СУ надані у відповідних ДСТУ-Н [2 ... 8] і ДБН [9].

В Україні існує безліч ситуацій коли вказані вище види складних ПГ і СУ існують одночасно. Проте їх прояв може не співпадати в часі, або взагалі залишитись не реалізованим з різних причин.(умов) до певного часу. Це не виключає необхідності їх урахування а потребує пристосу-

¹⁰ Зміна водного режиму обумовлює зміну фізико-механічних властивостей ґрунтів основи і прийняття відповідних захисних заходів.

¹¹ Динамічні хвилі від працюючого обладнання, промислових вибухів або рухомого транспорту мають схожу якість з сейсмічними в частині впливу на ґрунти основи. Проте мають свої особливості в частині періодичності і інтенсивності збуджень коливань, що потребує урахування в розрахункових обґрунтуваннях.

вання будинків і споруд при проектуванні або реконструкції до сприйняття геотехнічних впливів в різних сполученнях.

Кожний з вказаних видів складних ІГ і СУ має свої характерні прояви дій і впливів, тому заміна дій одного з них заміною (збільшенням) інтенсивності дій іншого виду не є коректним (наприклад впливи від осідання слабких чи просідання ґрунтів основи на підвищення інтенсивності при сейсмічних впливах) і не рекомендовано до застосування оскільки такі заміни не рівнозначні і повинні розраховуватись за різними розрахунковими схемами.

З вказаних причин проектування будинків і споруд (особливо для підвищеного класу відповідальності) необхідно виконувати як з врахуванням всіх можливих впливів окремо, так і при одночасному їх прояві в екстремальних сполученнях геотехнічних впливів.

При проектуванні мова може йти лише про коефіцієнти сполучення геотехнічних впливів, проте з урахуванням можливих заходів захисту будівель і споруд геотехнічних і/чи конструктивних. При цьому також необхідно враховувати імовірність прояву тих чи інших чинників в часі і можливість застосування захисних заходів.

При цьому для кожного з них враховуються свої умови зведення і подальшого існування та можливі їх зміни від інших чинників в повторних розрахунках. Для цього допускається застосовувати різні розрахункові схеми, які б допускали в подальшому виконати компіляцією отриманих результатів.

Виходячи з викладеного науковим керівником розробки нормативного Акту, представником школи, що поки ще існує, на підставі багаторічного досвіду закладені принципи його побудови виходячи з наступного визначення.

1. Складні інженерно – геологічні умови майданчику будівництва для зведення будівель, будинків і споруд (або об'єктів будівництва) характеризуються (визначаються) розташуванням і складом ґрунтових нашарувань їх основ, які схильні до значного і нерівномірного деформування під впливом навантажень від них або інших чинників не пов'язаних з навантаженнями (прогнозованою наявністю небезпечних інженерно–геологічних процесів).

2. Зазначені небезпечні інженерно – геологічні процеси в основах об'єктів будівництва, **проявляються у вигляді впливів** (переміщень) на контактній поверхні основи з конструкціями фундаментів і заглиблених частин об'єктів в наслідок процесів деформування ґрунтового середовища основи **зі зміною фізико – механічних і міцнісних характеристик ґрунтів його нашарувань** під впливом гідрогеологічних чинників, механічної суфозії, сповзання, підробки або сейсмічних чи динамічних впливів тощо.

3. Об'єкти будівництва за проявом напружено - деформованого стану від навантажень і впливів поділяються за **принципом жорсткості** на каркасні і безкаркасні

4. Внаслідок зазначених умов існування і впливів об'єкти будівництва потребують додаткових **конструктивних** або/та **геотехнічних** засобів захисту, направлених на їх стабілізацію за рахунок підсилення конструкцій, покращення механічних і міцнісних властивостей ґрунтів основ і врахування зазначеного в розрахункових обґрунтуваннях.

5. **Конструктивні заходи** захисту допускають **уніфікацію** в межах конструктивної схеми об'єктів будівництва незалежно від прояву геотехнічних впливів.

6. **Геотехнічні заходи** захисту мають **унікальні особливості** в залежності від прояву геотехнічних впливів.

7. При прояві кожного з вказаних впливів реалізується **принцип післядії**, який враховує зміну умов існування і експлуатації об'єктів будівництва по відношенню до попереднього стану.

8. **Забезпечення стійкості** об'єктів будівництва при всіх можливих сполученнях навантажень і впливів **за принципом** розрахункових сполучень навантажень **РСН**.

9. Для обґрунтування проектних рішень застосовуються **комплексні розрахункові схеми** «основа – фундаменти – наземні конструкції», **нелінійні і нелінійно непружні методи** розрахунку.

10. Використання **статичних «С» і динамічних «Д»** розрахункових **моделей** відповідно до прояву навантажень і впливів.

Реалізувати закладені принципи в нормативний акт в умовах хозрозрахунків без фінансування не вийшло, проте послідовникам рекомендую використати зазначені принципи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Матвеев І.В. Складні інженерно – геологічні та сейсмонезбезпечні умови України і напрямки досліджень, що потребують вирішення за потреби будівництва / Матвеев І.В. / Світ геотехніки. - Вип. 4(40). – 2013. - С. 16-19.
2. Настанова щодо проектування будинків, будівель і споруд на підроблюваних територіях: ДСТУ-Н В.1.1-42:2016.
3. Настанова щодо проектування будинків, будівель і споруд на просідаючих ґрунтах: ДСТУ-Н В.1.1-44:2016.
4. Настанова щодо проектування будинків, будівель і споруд на слабких ґрунтах: ДСТУ-Н В.1.1-40:2016.
5. Настанова щодо проектування будинків, будівель і споруд на закарстованих територіях: ДСТУ-Н В.1.1-41:2016.

6. Настанова щодо інженерної підготовки ґрунтової основи будівель і споруд: ДСТУ-Н В.1.1-39:2016.
7. Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від зсувів і обвалів: ДСТУ-Н В.1.1-37:2016.
8. Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від підтоплення і затоплення: ДСТУ-Н В.1.1-38:2016.
9. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів і обвалів. Основні положення: ДБН В.1.1-3-1Х.

Стаття надійшла до редакції 12.09.2016 р.