



Прийнято 06.11.2025. Прорецензовано 16.12.2025. Опубліковано 30.12.2025.

УДК 622.2

DOI: 10.31471/1993-9965-2025-2(59)-44-52

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЯКОРЯ ДЛЯ УСТАНОВКИ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ СВЕРДЛОВИН

Лях М. М. *

Кандидат технічних наук, професор
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15
<https://orcid.org/0000-0001-9447-6605>
e-mail: mykhailo.liakh@nung.edu.ua

Шкіца Л. Є.

Доктор технічних наук, професор
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15
<https://orcid.org/0000-0002-5352-3978>
e-mail: lshkitsa@nung.edu.ua

Мацьків І. Р.

аспірант
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15
<https://orcid.org/0009-0004-0016-4467>
e-mail: ihor.matskiv-a13322@nung.edu.ua

Вакалюк В. М.

Кандидат фізико-математичних наук, доцент
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15
<https://orcid.org/0009-0005-1405-3124>
e-mail: vasyi.vakaliuk@nung.edu.ua

Дейнега Р. О.

Кандидат технічних наук, доцент
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15
<https://orcid.org/0000-0003-1141-7672>
e-mail: deynega2004@ukr.net

Запропоноване посилання: Лях, М. М., Шкіца, Л. Є., Мацьків, І. Р., Вакалюк, В. М., Дейнега, Р. О. & Семенчук, А. В. (2025). Розроблення та дослідження конструкції якоря для установки капітального ремонту свердловин. Науковий вісник ІФНТУНГ, 2(59), 44-52. doi: 10.31471/1993-9965-2025-2(59)-44-52

* Відповідальний автор



Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Семенчук А. В.

Кандидат фізико-математичних наук, доцент
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15
<https://orcid.org/0000-0002-6910-1868>
e-mail: andrii.semenchuk@nuing.edu.ua

Анотація. Для кріплення відтяжок вишок застосовують різноманітні якорі (анкери), які поділяються на дві основні групи: масові якорі, де утримує сила забезпечується вагою конструкції та ґрунту, і якорі у вигляді плит із тягою, де навантаження компенсується силою тертя та зсуву ґрунту. Конструкції якорів бувають заглибні, наземні, наземні з шипами, напівзаглиблені, а також гвинтові та свайні, хоча останні менш поширені. Заглибні якорі мають закладні частини у вигляді колод, труб або армованих сталевих конструкцій, що заглиблюються у ґрунт і витримують навантаження до сотень кілоньютонів. Для зручності кріплення тросів використовуються спеціальні металеві коуші, які захищають канати від зношування. Наземні якорі становлять зварені рами з упорними елементами, на які кладуть бетонні блоки для забезпечення необхідної маси. Ці конструкції легко транспортувати, регулювати навантаження та застосовувати багаторазово, витримуючи навантаження до 1000 кН. У роботі детально проаналізовано нову конструкцію якоря, що є модифікацією фундаменту типу Pin Pile. Запропонована модель має невеликі розміри та масу, проста у виробництві та монтажі і може використовуватись в якості якоря для установки капітального ремонту свердловин. Імітаційне моделювання конструкції якоря методом скінченних елементів показало, що найбільші напруження виникають у штропі, де не перевищують 400 МПа, а максимальні переміщення складають 2,5 мм. При врахуванні бетонної головки, напруження та переміщення зменшуються, що підтверджує роботоздатність конструкції. Результати проведеного дослідження свідчать про задовільну міцність і жорсткість запропонованого якоря. Подальші дослідження мають зосередитись на вивченні впливу властивостей різних ґрунтів на напружено-деформований стан конструкції, а також на визначенні зусиль при витягуванні якоря. Це дасть змогу оптимізувати конструкцію якоря відповідно до умов експлуатації, підвищуючи надійність і ефективність систем кріплення відтяжок вишок.

Ключові слова: фундамент, нафтогазові машини та обладнання, імітаційне моделювання, якір, напруження, деформація.

Вступ

Якорі широко використовуються в будівництві та інженерії для забезпечення надійного кріплення конструкцій до основи. Вони застосовуються у різних сферах – від закріплення металевих і залізобетонних елементів у фундаментах до стабілізації підпірних стінок, мостів, щогл та інших споруд. У промисловому будівництві анкери використовуються для фіксування важкого обладнання, а в дорожньому та транспортному будівництві – для зміцнення конструкцій на схилах і укосах. Завдяки різним типам якорів можна забезпечити стійкість та безпеку споруд у найрізноманітніших умовах експлуатації [1, 2].

У нафтогазовій галузі зведення веж бурових установок і установок для капітального ремонту свердловин є відповідальним етапом, оскільки надійність кожного елемента конструкції має вирішальне значення для безпеки робіт і стабільності роботи машин та обладнання. Одним із таких критично важливих елементів є якорі для відтяжок – спеціальні анкерні системи, які призначені для фіксації й утримання веж у вертикальному положенні за допомогою сталевих канатів. Якорі сприймають значні статичні та динамічні навантаження, що виникають від вітрового тиску, вібрацій

обладнання та коливань ґрунту. Їх конструкція, тип і спосіб монтажу визначаються як геологічними умовами майданчика, так і характеристиками самої вежі. Для нафтогазових об'єктів часто застосовують заглиблені металеві або залізобетонні анкерні блоки, які забезпечують тривалу експлуатацію навіть в умовах агресивного середовища – низьких температур, високої вологості та корозійної активності ґрунтів [1, 2].

Правильно підібрана й змонтована анкерна система не лише підвищує стійкість вежі, але й мінімізує ризики аварій, що особливо актуально у віддалених районах, де погодні та виробничі фактори можуть швидко перерости у критичну ситуацію. Саме тому проектування якорів для відтяжок є невід'ємною складовою інженерного забезпечення бурових та ремонтних робіт у нафтогазовій промисловості.

Аналіз вітчизняних досліджень і публікацій

Для кріплення відтяжок вишок у ґрунті застосовують різноманітні якорі (анкери). За характером роботи їх можна розділити на дві основні групи. До першої групи відносять якорі, у яких навантаження від відтяжки урівноважується вагою конструкції та ґрунту, насипаного

на виступах якоря. До другої групи відносять якорі, в яких утримуюча сила здебільшого урівноважується силою протидії ґрунтом зрізу (зсуву) і силою тертя ґрунту по боковій поверхні земляного насипу при його випиранні. Перша група належить до масових якорів, до другої – якорі у вигляді плити з тягою.

За конструктивним виконанням застосовують якорі заглибні (закладні), наземні, наземні з шипами та напівзаглибленого типу, іноді гвинтові та свайні, проте останні не отримали широкого застосування.

Заглибні якорі характеризуються значним заглибленням закладної частини в ґрунт. Горизонтальна та вертикальна складові навантаження компенсуються опором та масою ґрунту. Заглибний якор має закладну частину виготовлену з пакету колод чи труб, а при навантаженнях 300-500 кН – із залитих залізобетонних сітчастих сталевих конструкцій.

При навантаженні на якор 50 кН закладну частину виконують із пакета трьох колод діаметром 240 мм та довжиною не менше 2 м, що закладаються в котловину глибиною 2,5 м. Закладна частина такого якоря може бути виконана із заповненої бетоном труби розміром 426х10 мм та довжиною 2,5. На бурових в якості якорів використовують відпрацьовані бурильні труби, оскільки вони доступніші та міцніші за колоди.

Навантаження від відтяжок передають на закладну частину через петлю троса або спеціальні тяги з швелерів. Для зручності прив'язування до петлі троса якоря на розчалку попередньо надягають коуш.

Коуш – це краплеподібний виріб із металу або металевого сплаву з жолобом із зовнішнього боку. Він призначений для запобігання передчасному стиранню петель (огон) каната у внутрішній частині. Коуш закладається у канатну петлю на початку її формування. Огон з коуша всередині щільно затягується, щоб канат якомога щільніше ліг у зовнішній жолоб коуша. Після максимально щільної усадки каната сформована петля фіксується обтисканням каната алюмінієвою втулкою. Такий спосіб формування петлі є сучасним і надійним. Коуш не має можливості випасти або деформуватися, навіть якщо петля, в якій він обтиснений, знаходиться під навантаженням.

Щоб зменшити навантаження на канат, нахил задньої стінки котловини не повинен перевищувати 30°. Вузол кріплення канатних петель розміщують над поверхнею землі для забезпечення контролю якості кріплення відтяжок в процесі експлуатації [1, 2, 3].

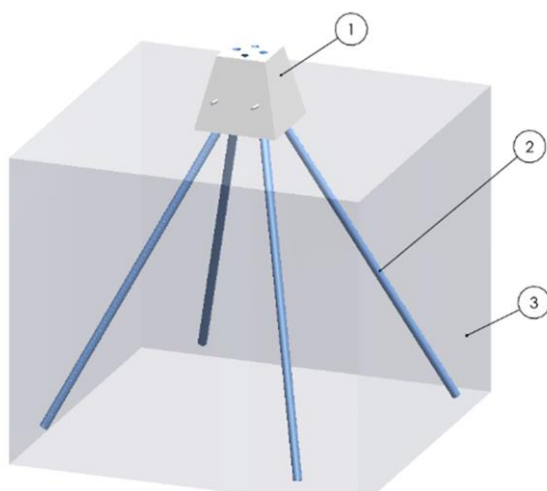
Наземний якор – зварена рама із упорними стінками у вигляді швелерів або шипів, які, врізаючись у ґрунт, забезпечують хорошу стійкість якоря від зсуву. На раму укладаються бетонні блоки різних розмірів, кількість яких визначається необхідною масою якоря. Бетонні блоки мають стандартну масу і розміри. Блок розміром 1,5х1х0,45 м має масу 1,5 т; 1,5х1х1,35 м – 4,5 т; 0,9х0,9х4 м – 7,5 т. Збірно-розбірна конструкція такого якоря полегшує його транспортування на об'єкт, регулювання допустимого навантаження, багаторазове використання. Описані якорі застосовуються для навантажень до 1000 кН. [1, 2, 3].

У роботі [4] проаналізовано конструкції фундаментів та детально розглянуто конструкцію нового типу фундаменту – Pin Pile [5-8], який є перспективною альтернативою, особливо у випадках, коли застосування важкої техніки для доставки матеріалів та спорудження традиційних фундаментів є неможливим або економічно недоцільним. Побудовано тривимірну модель цього фундаменту та застосовано імітаційне моделювання для встановлення його характеристик. Відповідно до розподілу еквівалентних напружень максимальні їх величини концентруються в палях на виході з труб бетонної головки. Це пояснюється граничними умовами та принципом роботи фундаменту. Максимальна величина еквівалентних напружень складає 53 МПа, що для вибраного матеріалу досліджуваних паль не є критичним. Щодо переміщень, які спостерігаються у досліджуваній моделі фундаменту, то максимальна їх величина складає 0,4 мм. Також визначено величину контактного тиску на поверхнях «паль-труба». Максимальна величина цього тиску становить 6,5 МПа, що, зважаючи на властивості матеріалів, з яких виготовлено труби та палі, є прийнятним.

На рисунку 1 показано конструкцію фундаменту, який працює за технологією Pin Pile, а на рисунку 2 – будову армованої бетонної головки. Бетонна головка (рис. 2) складається з чотирьох труб 1 та арматури 3, які з'єднанні між собою зварюванням. Ця зварна конструкція поміщається у форму та заливається бетоном. Труби 1 слугують для встановлення, спрямування та утримування паль.

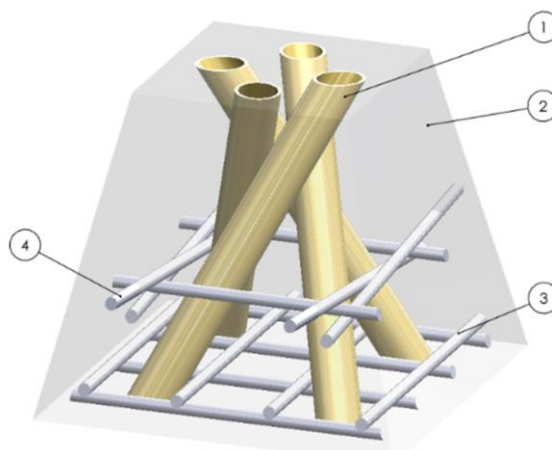
Мета роботи та обґрунтування необхідності її виконання

Мета роботи полягає у встановленні та дослідженні напружено-деформованого стану розробленої конструкції якоря за допомогою імітаційного моделювання.



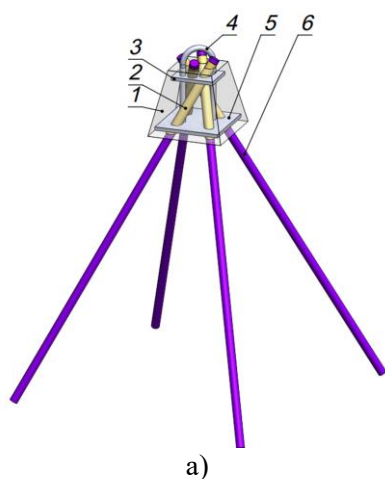
1 – бетонна головка; 2 – паля; 3 – ґрунт

Рисунок 1 – Тривимірний модель фундаменту Pin Pile



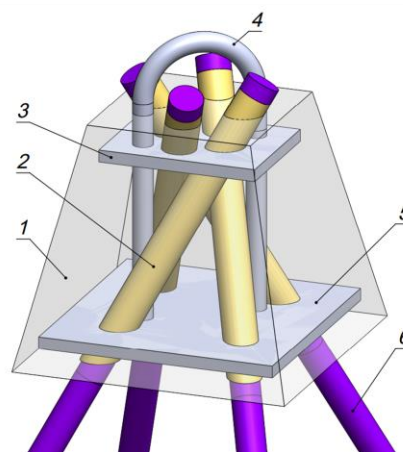
1 – труба; 2 – бетон; 3 – арматура;
4 – тимчасові ручки для перенесення

Рисунок 2 – Конструкція армованої бетонної головки



а)

а) – загальний вигляд; б) – бетонна головка (збільшено)



б)

1 – бетонна головка; 2 – труба; 3 – пластина мала; 4 – штроп; 5 – пластина велика; 6 – паля

Рисунок 3 – Конструкція якоря

Для досягнення мети необхідно:

- побудувати тривимірну модель якоря;
- провести імітаційне моделювання розробленої конструкції якоря, проаналізувати отримані результати та окреслити напрямки подальших досліджень.

Викладення основного матеріалу

У роботі [4] розглянуто конструкцію фундаменту типу Pin Pile, яка вирізняється малими габаритами та масою, простотою виготовлення і монтажу. Завдяки цим перевагам пропонується використовувати її як якорь для кріплення відтяжок вишок установок, що застосовуються під час поточного та капітального ремонту свердловин. Однак, у запропонованому вигляді ця конструкція не може бути використана, оскільки для надійного кріплення канату необ-

хідна наявність штропа. Крім того, бетонна головка фундаменту добре сприймає навантаження на стиск, але не на розтяг, тому конструкцію армування в цій частині потрібно доопрацювати.

На рисунку 3 показано запропоновану конструкцію бетонної головки.

Особливістю запропонованої конструкції якоря є те, що, на відміну від фундаменту Pin Pile, у ньому замість арматури 3 (рис. 2) встановлено малу 3 та велику 5 пластини. Ці пластини приєднано до труб 2 зварюванням. Також з метою підвищення міцності та жорсткості елементів якоря строп 4 має подовженні частини, які проходять до пластини 5 крізь пластину 3 і приварюються до них. На кінцях паль 6 є приварені циліндри, які слугують обмежу-

Таблиця 1 – Властивості матеріалів елементів якоря

№ з/п	Матеріал	Модуль Юнга, ($\times 10^{11}$ Па)	Коефіцієнт Пуассона
1	Сталь	2,0	0,26
2	Бетон	0,3	0,18

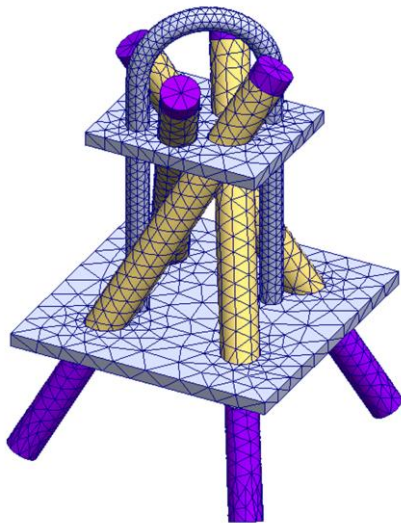


Рисунок 4 – Сітка скінченних елементів якоря

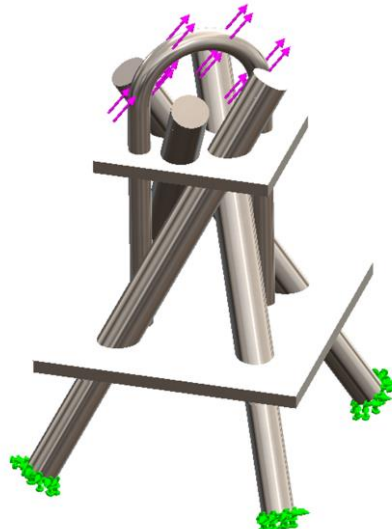


Рисунок 5 – Розрахункова схема

вачем під час монтажу паль, і сприймають зусилля від навантаження на штроп 4.

З технологічної точки зору, виготовлення такої конструкції якоря є простішим, порівняно із конструкцією фундаменту Pin Pile, оскільки підготувати пластини 3 та 5 до монтажу можна на плазмовому різальному верстаті досить точно та швидко. При збиранні якоря всі деталі зварюються між собою.

Доцільно дослідити конструкцію пропонуваного якоря з метою встановлення напружено-деформованого стану його елементів. Для цього використано метод скінченних елементів, який реалізовано у комп'ютерній програмі SolidWorks Simulation.

Матеріалами металевих елементів головки та паль прийнято сталь, а бетонної головки – бетон.

Властивості матеріалів, які застосовано для елементів моделі, наведено у таблиці 1.

На рисунку 4 подано сітку скінченних елементів, на яку розбито модель якоря. На рисунку 5 зображено розрахункову схему, яка застосована під час дослідження якоря. Відповідно до розрахункової схеми, навантаження прикладається до штропа, а кріплення здійснюється на торці паль.

Необхідно зазначити, що з метою пришвидшення розрахунків моделі якоря спрощено, а саме, довжини паль було зменшено. У цьому дослідженні визначають напружено-дефор-

мований стан тільки внутрішніх елементів якоря. У даному випадку при дослідженні не враховується бетонна головка. Величина навантаження, яке прикладено до штропа, становить 100000 Н.

Під час дослідження враховано взаємозв'язки елементів якоря. Всі елементи вважаються зв'язаними між собою, окрім контакту паль з трубами. Тут прийнято їх взаємодію як контакт з величиною коефіцієнта тертя 0,2.

У результаті імітаційного моделювання отримано результати, наведені нижче на рисунках 6 та 7. Необхідно зауважити, що моделювання проведене для якоря без врахування бетонної головки.

Отже, максимальна величина еквівалентних напружень, які виникають у елемента якоря під дією навантажень, концентрується у палі якоря. Проте цією величиною можна знехтувати, оскільки такі напруження у моделі спричинені якістю сітки скінченних елементів. В інших частинах конструкції якоря максимальна величина напружень не перевищує 400 МПа. Такі величини напружень спостерігаються у штропі. При цьому максимальні переміщення у ньому складають 2,5 мм.

На рисунках 8 та 9 показані результати імітаційного моделювання якоря з врахуванням бетонної головки, а на рисунках 10 та 11 – бетонну головку приховано, а виведено тільки результати для сталевих деталей якоря.

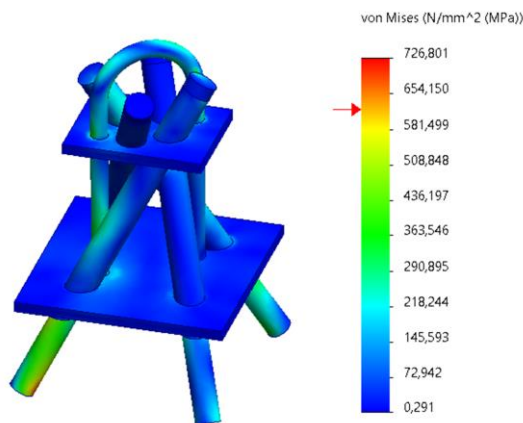


Рисунок 6 – Розподіл еквівалентних напружень якоря без врахування бетонної головки

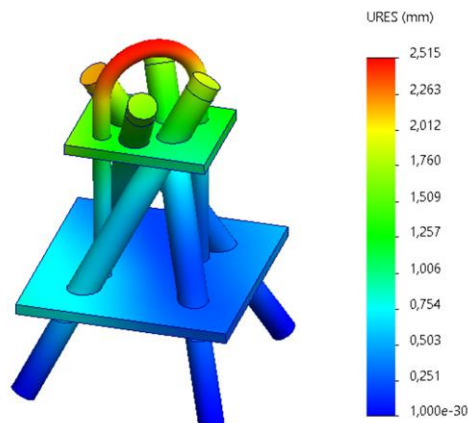


Рисунок 7 – Переміщення якоря без врахування бетонної головки

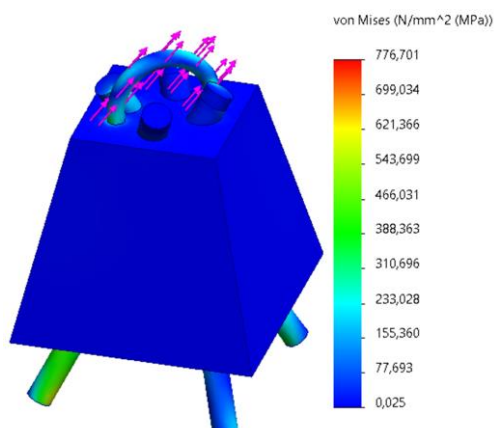


Рисунок 8 – Розподіл еквівалентних напружень якоря з врахуванням бетонної головки

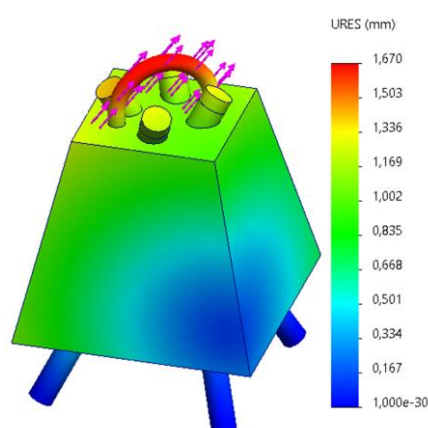


Рисунок 9 – Переміщення якоря з врахуванням бетонної головки

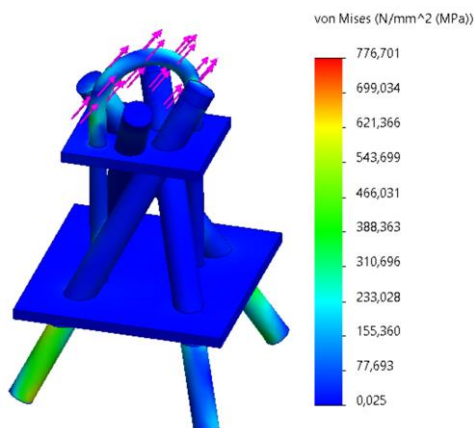


Рисунок 10 – Розподіл еквівалентних напружень якоря з врахуванням бетонної головки

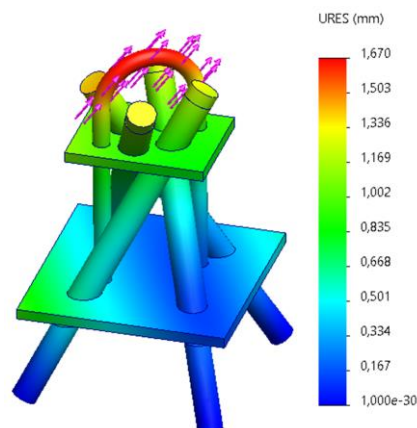


Рисунок 11 – Переміщення якоря з врахуванням бетонної головки

Отже, при врахуванні бетонної головки максимальні величини еквівалентних напружень зменшуються до 360 МПа (у штропі), а також зменшуються величини переміщень – максимум 1,7 мм.

За таких величин напружень та переміщень і граничних умов роботоздатність якоря забезпечується.

У подальших дослідженнях розробленої конструкції якоря доцільно здійснити імітаційне моделювання з метою визначення зусиль, необхідних для його вилучення з ґрунтів різних типів, що характеризуються відмінними фізико-механічними властивостями. Окрему увагу слід приділити аналізу напружено-деформованого стану паль, що забезпечить

комплексне оцінювання роботи конструкції за умов дії експлуатаційних навантажень. Узагальнення отриманих результатів дозволить обґрунтувати шляхи оптимізації геометричних і конструктивних параметрів якоря з урахуванням конкретних умов його застосування та підвищити ефективність і надійність конструкції.

Висновки

Розроблена конструкція якоря на базі фундаменту типу Pin Pile відрізняється меншими габаритами, масою та спрощеним виготовленням і монтажем, що робить її перспективною для кріплення відтяжок вишок установок для ремонту свердловин. Внесені конструктивні зміни – заміна арматури на малу та велику пластини, подовження й посилення стропа – підвищують міцність і жорсткість елементів якоря, забезпечують надійне кріплення канатів. Імітаційне моделювання методом скінченних елементів показало, що найбільші напруження виникають у штропі. Вони не переви-

щують 400 МПа без врахування бетонної головки і 360 МПа з врахуванням бетонної головки, що свідчить про достатню міцність конструкції. Максимальні переміщення також знаходяться в межах допустимих значень. Отже, за умови дотримання заданих навантажень і граничних умов, конструкція якоря є роботоздатною. Проте для повної оцінки якоря необхідно провести подальші дослідження з урахуванням різних типів ґрунтів і визначення напружено-деформованого стану паль. Це дасть змогу оптимізувати конструкцію якоря відповідно до конкретних умов експлуатації та підвищити ефективність і безпеку його застосування.

Подяки

Відсутні.

Конфлікт інтересів

Відсутній.

Список використаних джерел

1. Лях М. М. Монтаж бурового і нафтогазопромислового обладнання: конспект лекцій. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. 126 с.
2. Копей Б. В., Лях М. М. Розрахунок, конструювання, монтаж та експлуатація машин та обладнання для спорудження свердловин: підручник. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. 612 с.
3. Лях М. М., Федоряк Н. В. Монтаж бурового і нафтогазопромислового обладнання: практикум. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2022. 69 с.
4. Фафлей О. Я., Рус А. В., Мацьків І. Р., Андрусак А. В., Дейнега Д. Р., Михайлюк В. В. Дослідження напружено-деформованого стану елементів фундаменту. Прикарпатський вісник НТШ. Число. 2025. № 20 (76) DOI: 10.31471/2304-7399-2025-20(76)-310-319
5. Innovative foundations for residential and commercial projects <https://www.diamondpiers.com>
6. Парфентьева І. О., Верешко О. В., Гусачук Д. А. Основи та фундаменти. Навчальний посібник для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Луцьк: ЛНТУ, 2017. 296 с.
7. Крусь Ю. О. Основи та фундаменти: практикум: навч. посібник. Вид. 2-ге, перероб. та доп. Рівне: НУВГП, 2019. 247 с.
8. Xu, Y., Gong, J., Chen, C., & Xie, M. (2025). Experimental investigation on shear breakout capacity of headed anchors with supplementary reinforcements in equipment foundations of nuclear power plants. *Structures*, 78, 109340. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2025.109340>

References

1. Lyakh, M. M. (2021). *Montazh burovoho i naftohazopromyslovoho obladdnannia: konspekt lektsii* [Installation of drilling and oil and gas field equipment: lecture notes]. IFNTUNG. [in Ukrainian]
2. Kopey, B. V., & Lyakh, M. M. (2021). *Rozrakhunok, konstruiuvannia, montazh ta ekspluatatsiia mashyn ta obladdnannia dlia sporudzhennia sverdlovin: pidruchnyk* [Calculation, design, installation and operation of machines and equipment for well construction: textbook]. IFNTUNG. [in Ukrainian]
3. Lyakh, M. M., & Fedoliak, N. V. (2022). *Montazh burovoho i naftohazopromyslovoho obladdnannia: praktykum* [Installation of drilling and oil and gas field equipment: workshop]. IFNTUNG. [in Ukrainian]

4. Faflei, O. Ya., Rus, A. V., Matskiv, I. R., Andrusiak, A. V., Deineha, D. R., & Mykhailiuk, V. V. (2025). Doslidzhennia napruzhenno-deformovanoho stanu elementiv fundamentu [Investigation of the stress-strain state of foundation elements]. *Prykarpatskyi visnyk NTSh. Chyslo*, (20(76)), 310–319. [https://doi.org/10.31471/2304-7399-2025-20\(76\)-310-319](https://doi.org/10.31471/2304-7399-2025-20(76)-310-319) [in Ukrainian]
5. *Innovative foundations for residential and commercial projects*. (n.d.). Diamond Piers. <https://www.diamondpiers.com>
6. Parfentieva, I. O., Vereshko, O. V., & Husachuk, D. A. (2017). *Osnovy ta fundamente. Navchalnyi posibnyk dlia studentiv spetsialnosti 192 "Budivnytstvo ta tsyvilna inzheneriia"* [Bases and foundations. Study guide for students of specialty 192 "Construction and civil engineering"]. LNTU. [in Ukrainian]
7. Krus, Yu. O. (2019). *Osnovy ta fundamente: praktykum: navch. posibnyk* [Bases and foundations: workshop: study guide] (2nd ed.). NUVHP. [in Ukrainian]
8. Xu, Y., Gong, J., Chen, C., & Xie, M. (2025). Experimental investigation on shear breakout capacity of headed anchors with supplementary reinforcements in equipment foundations of nuclear power plants. *Structures*, 78, 109340. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2025.109340>

DEVELOPMENT AND STUDY OF THE ANCHOR DESIGN FOR A WELL OVERHAUL RIG

Liakh M. M.

Candidate of Technical Sciences, Professor
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
15 Karpatska st., Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9447-6605>
e-mail: mykhailo.liakh@nung.edu.ua

Shkitsa L. Ye.

Doctor of Technical Sciences, Professor
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
15 Karpatska st., Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-5352-3978>
e-mail: lshkitsa@nung.edu.ua

Matskiv I. R.

Postgraduate student
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
15 Karpatska st., Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0004-0016-4467>
e-mail: ihor.matskiv-a13322@nung.edu.ua

Vakaliuk V. M.

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
15 Karpatska st., Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0005-1405-3124>
e-mail: vasyi.vakaliuk@nung.edu.ua

Deineha R. O.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
15 Karpatska st., Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-1141-7672>
e-mail: deynega2004@ukr.net

Semenchuk A. V.

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
15 Karpatska st., Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-6910-1868>
e-mail: andrii.semenchuk@nung.edu.ua

Abstract. A variety of anchors are used to secure guy wires for derricks and masts. They are divided into two main groups: gravity anchors, where the holding force is provided by the weight of the structure and the overlying soil, and plate/drag anchors, where the load is compensated by soil friction and shear resistance. Anchor designs can be buried, surface-mounted, surface-mounted with spurs, semi-buried, as well as screw and pile types, though the latter are less common. Buried anchors have embedded parts in the form of logs, pipes, or reinforced steel structures that are sunk into the ground and can withstand loads of up to hundreds of kilonewtons. For convenient cable attachment, special metal thimbles are used to protect the ropes from wear. Surface anchors consist of welded frames with bearing elements, onto which concrete blocks are placed to provide the necessary mass. These structures are easy to transport, allow for load adjustment, can be reused, and withstand loads of up to 1000 kN. This work provides a detailed analysis of a new anchor design, which is a modification of a Pin Pile foundation type. The proposed model is compact, lightweight, easy to manufacture and install, and can be used as an anchor for a well workover rig. Simulation modeling of the anchor structure using the finite element method showed that the highest stresses occur in the shackle, not exceeding 400 MPa, while the maximum displacements are 2.5 mm. When accounting for a concrete head, the stresses and displacements decrease, confirming the structure's functionality. The research results indicate satisfactory strength and rigidity of the proposed anchor. Further studies should focus on investigating the influence of various soil properties on the stress-strain state of the structure, as well as determining the pull-out forces. This will allow for the optimization of the anchor design according to operational conditions, thereby increasing the reliability and efficiency of derrick guy wire securing systems.

Keywords: foundation, oil and gas machinery and equipment, simulation modeling, anchor, stress, strain.