

На рис.3 приведены результаты испытаний сваи марки ПС 4-80, величина расчетной нагрузки на которую составила $N = 2444 \text{ кН}$, при объеме сваи $V=0,76 \text{ м}^3$.

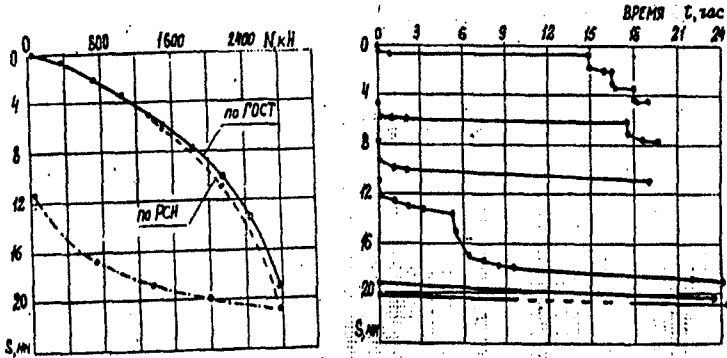


Рис. 3 – Результаты испытаний пирамидальной сваи ПС4-80

Расчетная нагрузка на сваи марки ПС-3-60 составила $N=1404 \text{ кН}$ при объеме сваи $V=0,57 \text{ м}^3$.

Так как в проведенных исследованиях ни в одном опыте осадка свай не достигла предельного значения, то за предельную нагрузку принимали нагрузку на последних ступенях.

Таким образом, проведенные исследования в самых различных грунтовых регионах бывшего Союза подтвердили надежную работу всех зданий и сооружений, возведенных на фундаментах из таких свай. Результаты натурных испытаний пирамидальных свай на стройплощадке склада сахара-сырца в г.Одессе дают полную гарантию обеспечения нормальной и безопасной эксплуатации рассматриваемого объекта, фундаментами которого будут служить пирамидальные сваи.

Получено 18.05.2002

УДК 696 : 621.64

А.С.ТРЕГУБ, канд. техн. наук

Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій, м.Запоріжжя

ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДРОБЛЮВАНИХ ТРУБОПРОВІДІВ ТА ОБОЛОНОК КОМПЕНСАТОРІВ

Компенсатори – це надійний засіб для захисту підземних сталевих мереж від температурних перепадів та деформаційних впливів середовища на підроблюваних територіях або просадкових грунтах. Досліджувані протягом 30 років у натурних умовах

конструкції компенсаторів з тороподібними оболонками показали достатні якості для забезпечення безаварійної експлуатації навіть при безколязній прокладці трубопроводів.

Стальні підземні трубопроводи на підроблюваних територіях і просадкових ґрунтах зазнають впливу деформацій середовища, одержують пошкодження головним чином у вигляді розривів зварних стиків з розкриттям тріщин до 50 мм.

На рис.1 показані наслідки деформаційних впливів на підземні трубопроводи в містах Брянка та Кадівка Луганської області. Розриви сталевих стиків сталися як на лінійній частині, так і на трійниках відгалужень. Це наклало відбиток на умови міцності, що були введені в нормативні документи, – сума приведених напруг за однією з теорій міцності не повинна перевершувати міцності зварного стику на розтяг. У зоні стиснень бувають випадки втрати стійкості як з випучуванням трубопроводу до денної поверхні, так і місцевими деформаціями з утворенням гофри.

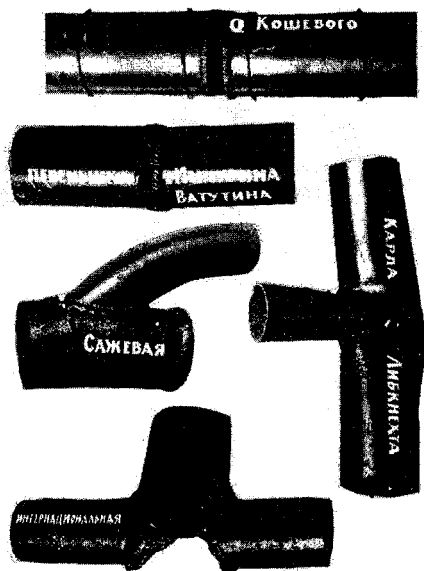


Рис.1

Технічний стан підземних трубопроводів характеризується розвитком напруг σ_R від кривизни земної поверхні в мульдї осідань чи в просадковій воронці, а також σ_ξ від поздовжніх зсувів ґрунту по пове-

рхні труб. Якщо напруги σ_R легко розрахувати по осіданнях, бо гнучка конструкція повністю слідує за зміщеннями ґрунту у вертикальній площині, то σ_ξ можна визначити тільки в тому разі, коли експериментально установлені параметри залежності контактних напруг від зміщень ґрунту. Ця залежність має вигляд

$$\tau = \tau_0 \Delta / (\Gamma + |\Delta|), \quad (1)$$

де τ_0 – максимальний опір зсувам труб у ґрунті, експериментальна величина або обумовлена за формулою Кулона при відомих фізико-механічних константах; $\Delta = \xi - \lambda$ – взаємні зсуви, тобто різниця зсувів ґрунтового середовища ξ і власних поздовжніх переміщень трубопроводу λ ; Γ – експериментальний коефіцієнт, що впливає на повноту епюри $\tau = f(\Delta)$: при $\Gamma = 0$ функція описує жорстко-пластичне тіло (за Малініним М.М.), а при $\Gamma \rightarrow \infty$ граничний стан функції відступає в нескінченність.

Розрахунки трубопроводів доцільно вести модифікованим методом Бубнова – Гальоркіна, прийнявши за віртуальне переміщення $(\Gamma + |\Delta|)$. Тоді потенціал має вигляд

$$\int [EF\lambda'' (\Gamma + |\xi - \lambda|) + T_0 (\xi - \lambda)] dx = 0. \quad (2)$$

Тут EF – поздовжня жорсткість труб, $T_0 = \pi D \tau_0$.

Функції λ повинні задовольняти граничним умовам задачі.

Забезпечити надійність трубопроводів можна гармонізуванням відробки вугільних пластів, закладкою виробленого простору, ціликами, трасуванням на територіях з мінімальними деформаціями ґрунту, застосуванням малозащипуючих обсіпок труб, тобто зменшуючи вплив середовища, або, що більш припустимо, застосуванням компенсаторів, які гасять внутрішні напруги в металі труб. Координати встановлення компенсаторів повинні знаходитися в зонах найбільших напруг, що визначаються розрахунками або експериментально безпосередньо на трасі під час активної стадії зсувів. Найбільш доцільно встановлювати компенсатори в місцях розривів трубопроводів.

Робочі елементи компенсаторів виготовляли із штампованих напівторів (а.с. №291069 СРСР, 1971), або із спіральних гофрів, гнутих на верстаках СВЧ (патент України 9241). У Донецькому ПромбудНДІ-проекті і Запорізькому відділенні НДІБК проведені комплексні випробування оболонки з метою оптимізації їх форми та визначення параме-

трів міцності* (рис.2 - 8). Основні результати випробувань для компенсаторів з тороподібними оболонками, виштампуваних з листової сталі Ст.3 товщиною 3 мм, такі

- руйнівний тиск 3,0-6,3 МПа (рис.2, 3);
- циклічна довговічність оболонки $\varnothing 600$ мм при зміщеннях ± 20 мм – 50 циклів (рис.4, 7);
- втрата стійкості гофри $D_{\text{зовн.}}=400$ мм; $D_{\text{вн.}}=100$ мм, внаслідок різножорсткості оболонок – при 2,5 МПа (рис.5).



Рис.2 – Дослідження оболонки на міцність під тиском



Рис.3 – Руйнування оболонки в зоні зовнішнього зварного стику, руйнування на міцність

Оболонки $\varnothing 600$ мм, виготовлені зваркою напівторів із сталі Ст.8кп, мали циклічну довговічність 200 циклів, а показники міцності – ідентичні оболонкам із сталі Ст.3. Заміна сталі Ст.3 на Ст.8кп, більш пластичну, обумовлена необхідністю виготовлення плоских домкратів,

* Виготовлення, випробування та впровадження проводили за участю к.т.н. Москаліні І.М., Кучерявого Ю.О., Мамонника О.О., Галаченко Є.В., Єсікова В.В., Пінчука В.В., Біди В.О. та Мелеця М.В., Колесніка І.І. ("Укргаз") Бабенко І.П. ("Укрінжпроект"), Мінькова М.М., Сергієнко О.П., Поветкіна Н.П. ("Ворошилоградгаз") та ін.

що були застосовані при підйманні мостової конструкції довжиною 33,0 м у м.Нікополі.



Рис.4 – Випробування оболонки при циклічних навантаженнях

У натурі при значних навантаженнях і ексцентриситетах (тиск всередині 2,5 МПа, нерівномірність ходу аналогічна показаній на рис.5) оболонки не втрачали герметичності при 20-25 циклах при вертикальних переміщеннях від нульового стану до 25-40 мм.

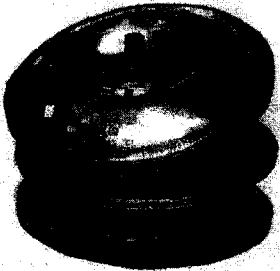


Рис. 5 – Втрата стійкості гірлянди оболонок під тиском

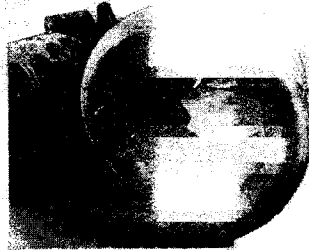


Рис. 6 – Заготовка для пружинного компенсатора з труб, зігнутих на установках ТВЧ

За 30 років компенсатори з тороподібними оболонками, всього близько 300 шт., встановлені на трубопроводах в Донецьку, Луганську, Могильові, Йошкар-Олі, Караганді та інших містах, показали достатню живучість у складних умовах експлуатації. Зафіксовано тільки 2 випадки відмов на теплотрасах в м.Краснодоні внаслідок корозії зварних з'єднань через 10 років після введення в експлуатацію, у зв'язку з чим компенсатори були заглушені зваркою, тобто перетворені на жорсткі вставки.



Рис. 7 - Руйнування оболонки в зоні внутрішнього стику, випробування при циклічних навантаженнях

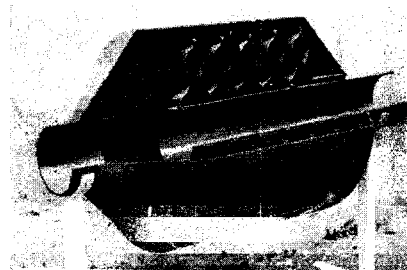


Рис. 8 – Компенсатор для підземних трубопроводів

Завивані пружини після розрізки уздовж по внутрішній стороні труби та з'єднання на зварці суміжних елементів утворюють своерідну гофру, що працює з рівномірним розподілом напруг за довжиною гвинтової лінії на відміну від штампованих, де внаслідок неоднорідності можуть виникати концентратори напруг. Крім того, завивані пружинні елементи можуть застосовуватись для компенсаторів будь-якого діаметра, що дуже потрібно для гідротехнічних споруд. Такі компенсатори були встановлені на підроблюваному водоводі $\varnothing 620-820$ мм в м.Павлограді Дніпропетровської області. Глибина закладки водоводу досягала 3-5 м і споруда покрилась водою внаслідок осідань під впливом підробок, що зашкодило веденню за компенсаторами відповідних спостережень.

Слід зауважити, що компенсатори на трубопроводах $\varnothing > 600$ мм потребують надійних мертвих опор і ретельної закладки лінійної частини, щоб запобігти нерівномірним осіданням внаслідок значного тиску на ложе при заповненні труб транспортованою рідиною. У протилежному разі співвісність компенсатора як піддатливої ланки в ланцюгу жорсткостей буде порушена, а іноді може статися й розрив оболонки, що відбулося на водоводі $\varnothing 1000$ мм під Мелітополем. Поштовх цьому явищу дали просадковий ґрунт і незакрита траншея, де накопичувалися атмосферні осадки, а потім і власні витоки з труб.

Отже, трубопроводи на підроблюваних територіях і просадкових ґрунтах підпадають під вплив середовища і одержують пошкодження з розкриттям тріщин у зонах зварних стиків до 50 мм. Найбільш вживаним способом забезпечення надійності трубопроводів є установка компенсаторів в зонах максимальних напруг, що виникають під дією деформацій ґрунтового масиву. Розроблені технології виготовлення компенсаторів з тороподібних оболонок – штампованих, або спіраль-

них, гнутих струмами високої частоти, а також результати випробувань оболонок на міцність і циклічну довговічність свідчать про наявність власного потенціалу, щоб забезпечити безаварійну експлуатацію мереж без залучення дорогої закордонної техніки.

Отримано 18.05.2002

УДК 624.131.3

Т.К.АРТЕМЕНКО

Национальная горная академия Украины, г.Днепропетровск

С.А.БЫЧКОВ

Днепропетровская областная государственная администрация

НОВОЕ О МЕХАНИЗМЕ ОПОЛЗНЕВОГО ПРОЦЕССА

Предлагается способ управления прочностью глинистых грунтов и пород путем регулирования энергетических барьеров между молекулами воды в пленках сложного каркаса.

Приднепровье характеризуется сложными инженерно-геологическими условиями, связанными с просадками, оползнями, сплывами, эрозией в толще лессовидных суглинков, распространенных на 70% территории Украины. Предупреждение и борьба с оползнями во многом зависят от овладения механизмом оползневого процесса, который определяет эффективность противооползневых мероприятий в условиях техногенных изменений.

Основными факторами, вызывающими оползни, являются чрезмерное увлажнение глинистых грунтов и пород и связанная с ним потеря их прочности, что сказывается на устойчивости склонов и откосов. Оползни образуются во всех грунтах и породах независимо от их минералогического состава, но при определенных условиях, начиная с поверхности у подножий склонов и откосов. Глинистые грунты увлажняются до равновесных влажностей или влажностей набухания в соответствии с величинами внешних нагрузок. Каждой внешней нагрузке на грунты и породы при статических условиях соответствует своя равновесная влажность, отвечающая компенсированию всех активных центров молекулами воды. Последние удерживаются за счет водородных связей (ВС), определяющих прочность и разрушение грунтов и пород, обусловленных многослойным сорбированием воды на поверхности частиц. Причем величина энергетических барьеров сорбированных слоев воды (водных растворов) электролитов убывает по мере удаления от поверхности частицы. Пленочная вода отвечает на все изменения, происходящие в системе, и определяет аморфное состояние грунтов и пород, поэтому они не могут являться сплошными