

**Андрусяк А.В., Величкович А.С., Петрик І.Я.**  
 (ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)

**АНАЛІТИКО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА МОДЕЛЬ МІЦНОСТІ  
 НАДЗЕМНИХ ПЕРЕХОДІВ ГАЗОНАФТОПРОВОДІВ**

E-mail: velja2@mail.ru

Характерною особливістю роботи надземного трубопровідного переходу, як стержневої конструкції, є його взаємодія з прилеглими підземними ділянками. Масив ґрунту для них є не лише додатковим навантаженням, але і середовищем, в якому розвиваються деформації. Через нестабільність кліматичних умов фізико-механічні властивості ґрунту зазнають змін, впливаючи на міцність споруди. У разі значного віку трубопроводу змін зазнають і механічні характеристики трубних сталей. Ці зміни можуть призводити до зниження коефіцієнту запасу міцності споруди та підвищувати ризик аварій. Тому при оцінкових розрахунках на міцність слід прагнути урахувати всі суттєві фактори, які впливають на поведінку надземного переходу трубопроводу, в тому числі і фактор терміну експлуатації.

**Аналітична частина.** При виконанні силового та деформаційного аналізу трубопровід моделювали трубчастим стержнем, який на прилеглих до надземного переходу ділянках контактує з ґрунтовою основою за гіпотезою Фусса-Вінклера (рис. 1). Вплив на споруду власної ваги трубопроводу, ваги продукту в трубах, а також ваги ґрунту на підземній ділянці моделювали рівномірно розподіленими навантаженнями з інтенсивностями  $q_1$  та  $q_2$ . Також врахували напруження від внутрішнього тиску та температурного перепаду. Зазначимо, що після завершення силового та деформаційного аналізу поведінки споруди і переході до більш детального розгляду питань міцності, трубопровід моделювали тонкостінною оболонкою. Усі дослідження проводили в геометрично та фізично лінійній постановці.

Такий підхід на етапі моделювання споруди дозволив коректно враховувати вплив на поведінку трубопроводу властивостей ґрунтової основи, і при цьому отримати кінцеві результати у вигляді простих аналітичних виразів.

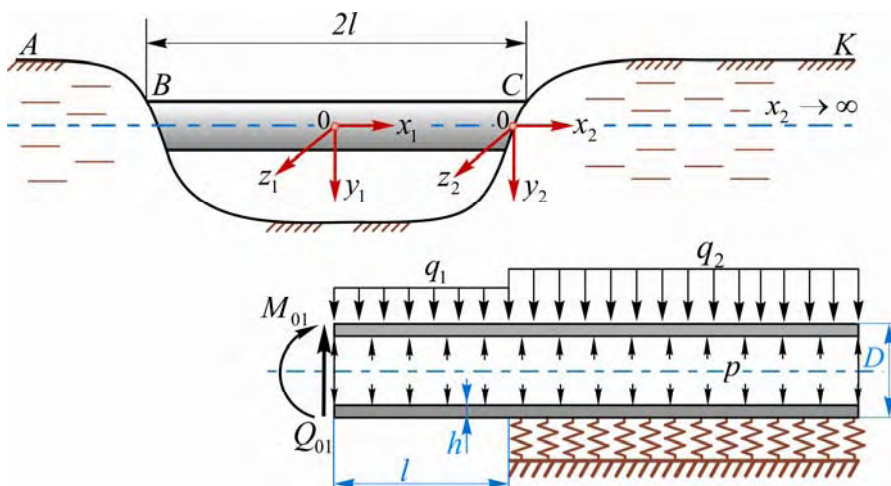


Рис. 1. Схема надземного переходу трубопроводу

**Експериментальна частина.** Щоб одержати реальні характеристики міцності споруди в стані тривалої експлуатації, застосовано методику визначення границі текучості та міцності матеріалу труб у польових умовах за результатами вимірювань твердості портативним електронним динамічним твердоміром ТЭМП-3. Особливістю застосованого підходу є попереднє тарування шкали твердоміра для конкретної марки сталі за результатами випробувань на розтяг та твердість зразків, виготовлених із тамплетів, які були вирізані під час ремонтних робіт з ділянок діючого трубопроводу.

Запропонований аналітико-експериментальний підхід реалізували при оцінці міцності реальної конструкції надземного переходу нафтопроводу “Дружба”, який споруджено в гірській місцевості.

Загалом представлена в доповіді модель надземного переходу дозволяє здійснити строгу математичну постановку цілої низки практичних задач і одержати їх розв’язки в аналітичному чи числово-аналітичному виді. Для цього достатньо в поданих розв’язках врахувати крайові умови, які відповідають конкретній інженерній задачі. Наприклад, це проектувальні розрахунки надземних переходів з проміжними опорами чи підвісами, оцінка міцності трубопроводів в гірських зонах повільного сповзання ґрунту (коли під частиною трубопроводу з’являється порожнина), визначення позаштатних напружень в підземних трубопроводах, які споруджені в карстових зонах тощо.

**Афтандилянц Е.Г.**  
**(НУБІП, г. Київ)**

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЛИТЫХ СТАЛЕЙ**

E-mail: [aftyev@yahoo.com](mailto:aftyev@yahoo.com)

Эффективное повышение качества отливок, без применения компьютерных методов анализа процесса формирования структуры изделий, является весьма трудоемким и малоэффективным.

Известные компьютерные программы позволяют решать частные задачи и, в основном, только констатируют эффективность влияния исходных факторов в конкретных условиях производства, но не дают возможность понять механизм их влияния, поскольку построение моделей основано на применении принципа «черного ящика». Это приводит к тому, что не достигается оптимальное соотношение расхода материальных ресурсов и уровня реализации потенциальных возможностей металлических материалов.

На основании комплексных аналитических и экспериментальных исследований влияния химического состава на процессы кристаллизации из жидкого состояния и перекристаллизации в твердом установлены основные термодинамические, физико-химические и фазовые параметры, определяющие формирование структуры и свойств литых конструкционных сталей, содержащих до 0,4% масс. доли углерода, до 3% кремния, марганца и хрома, до 0,035% азота, до 0,3% ванадия.

Установлены количественные зависимости влияния физико-химических свойств жидкого металла и параметров кристаллизации на характеристики дендритной структуры отливок.

Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что конечная дендритная химическая неоднородность элементов в отливках из низко- и среднелегированных сталей в литом состоянии металла определяется такими параметрами процесса, как термодинамическая активность и эффективный коэффициент распределения элементов при температуре солидуса, а также расстоянием между ветвями второго порядка дендритов.

Установлено, что кинетика выделения вторичных фаз из пересыщенного твердого раствора контролируется термодинамической активностью, диффузионной подвижностью и растворимостью компонентов, образующих вторичную фазу, а также степенью отклонения системы от состояния равновесия, где за состояние равновесия принимается температура равновесия вторичных фаз с твердым раствором.

В результате исследования процессов феррито-перлитного, мартенситного и бейнитного превращений установлено, что неравновесные критические точки определяются температурой равновесия аустенита и феррита, содержанием в них вторичных фаз, диффузионной подвижностью углерода в аустените, степенью его