

**Форма № Н-9.01**

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут нафти і газу

Кафедра прикладної екології та природокористування

## **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до кваліфікаційної роботи

**на тему: «Вплив кліматичних факторів на аварійність  
нафтогазопроводів»**

Виконала студентка групи 601-мТЗ  
спеціальності 183 Технології захисту  
навколишнього середовища

Керівник:

д.т.н., доцент

Т.С.Редько

В.В.Вамболь

Рецензент: завідувач кафедри екології  
та зоології  
Київського національного університету  
імені Т.Г.Шевченка  
ННЦ "Інститут біології та медицини",  
д.т.н, професор

Д.В.Лукашов

Полтава 2021

## Зміст

ВСТУП.....	3
<b>РОЗДІЛ I. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....</b>	<b>4</b>
1.1 Фізико-географічне положення Полтавської області.....	4
1.2 Географічне положення та рельєф.....	7
1.3 Кліматичні особливості району дослідження.....	11
1.4 Ґрунти та рослинність.....	15
1.5 Гідрографічна характеристика.....	18
1.6 Обґрунтування магістерської роботи.....	25
<b>РОЗДІЛ II. АНАЛІЗ ВПЛИВУ АВАРІЙ НАФТОПРОВІДІВ НА</b>	
<b>ДОВКІЛЛЯ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....</b>	<b>27</b>
2.1. Стан і розвиток нафтогазового комплексу в районі дослідження.....	27
2.2. Аварії на нафтогазопроводах, причини та шляхи усунення.....	31
2.3. Вплив аварій нафтогазопроводів на атмосферне повітря.....	41
2.4. Вплив аварій нафтогазопроводів на ґрунти, рослинний та	
тваринний світ .....	46
2.5. Влияние аварій нафтогазопроводів на водні об'єкти .....	50
Висновки за розділом II.....	55
<b>РОЗДІЛ III. АНАЛІЗ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА</b>	
<b>АВАРІЙНІСТЬ НАФТОГАЗОПРОВІДІВ.....</b>	<b>56</b>
3.1 Аналіз динаміки зовнішньої температури повітря.....	56
3.2 Вплив відносної вологості повітря та ґрунту на аварійність	
нафтогазопроводів.....	60
3.3 Опади.....	68
Висновки за розділом III.....	71
<b>РОЗДІЛ IV. ВПЛИВ ГЕОДИНАМІЧНИХ УМОВ НА РИЗИКИ</b>	
<b>АВАРІЙНОСТІ НАФТОГАЗОПРОВІДІВ.....</b>	<b>72</b>
4.1 Ендогенні явища.....	72
4.2 Екзогенні явища.....	76

Висновки за розділом IV .....	90
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b> .....	<b>91</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	<b>92</b>

## Вступ

Нафтогазові трубопроводи займають важливий економічний та стратегічний вузол для енергетичної галузі. Його безперебійна робота має значний вплив для повноцінного функціонування цілого сектору. Але як і на будь-яку сферу діяльності людини мають вплив кліматичні та геологічні фактори.

Одним з основних і найбільш значущих впливів чинить кліматична ситуація в регіоні. Антропогенне навантаження має вплив на природне середовище, яке в свою чергу чинить руйнівну силу на цілісність трубопроводів. Нафтогазовий комплекс є найбільш екологічно небезпечною галузю господарства, що являє собою великі територіальні та забруднюючі масштаби..

Вплив клімату є одним з найважливіших факторів, які визначають динаміку природних систем і чинять значний вплив на розвиток техногенних систем. В різну пору року, при різних температурних показниках, кількості вологи в ґрунті, вплив на нафтогазопроводи відрізняється.

Доведено, що під час міжсезонного (навесні, восени) переходу температур, кількість аварій збільшується, так як в ці на весні кількість вологи в ґрунті збільшується, а восени в них відбувається замерзання води.

Також не можна забувати про корозійний прилив солей які можуть міститися в ґрунтах. А в комплексі зі зміною клімату всі ці фактори комплексно впливають на трубопроводи.

Метою данної роботи є дослідження і вивчення впливу кліматичних факторів на роботу нафтогазових трубопроводів, а також аналіз запобігання аварійних ситуацій в майбутньому

## РОЗДІЛ I. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

### 1.1 Фізико-географічне положення Полтавської області

Полтавська область розташована в центральній частині Лівобережної України. Площа області 28,8 тис. км<sup>2</sup>.

Територія області займає Придніпровську низовину. Поверхня рівнинна, має нахил на південний захід. Розвинута яружно-балкова мережа.

Рис.1.1 Карта Полтавської області



Із корисних копалин найважливіше значення мають газ і нафта (Глинсько-Розбишівське, Радченківське, Сагайдацьке та інші родовища) і залізна руда (Криворізький залізорудний район). Є поклади граніту, глин, піску, торфу, джерела мінеральних лікувальних вод (Миргород, Нові Санжари тощо).

Клімат помірно континентальний. Зима помірно холодна, літо тепле. Середня температура січня  $-6,5 \dots -7,5$  °С, липня  $+20 \dots +21$  °С. Опадів 450—565 мм на рік, переважно у теплий період року. З несприятливих кліматичних явищ трапляються суховії.

Найбільші річки Дніпро і його притоки Ворскла, Сула, Псел. На Дніпрі — Кременчуцьке та Дніпродзержинське водосховища.

70% території займають чорноземні ґрунти. Трапляються сірі лісові та опідзолені. Область лежить у лісостеповій зоні. Ліси займають близько 7,5 % території. Природна рослинність дуже змінена діяльністю людини. Є об'єкти природно-заповідного фонду.

Полтавщина розташована в центральній частині України в лісостеповій зоні з помірно-континентальним кліматом.

На півночі область межує з Чернігівською (107км) та Сумською (238км) областями, на сході – з Харківською (188км), на півдні – з Дніпропетровською (173км) і на заході – з Київською (19км), Черкаською (225км) та Кіровоградською (149км). Загальна довжина меж близько 1100км, з яких 162км – по Кременчуцькому і Дніпродзержинському водосховищах. Екологічний паспорт Полтавської області 66 Площі області складає 28,75тис.км<sup>2</sup> , або 4,6% площі України. На південному заході області протікає р. Дніпро, більша частина течії якого зарегульована водосховищами.

Найбільшими притоками Дніпра є:

- Псел – довжина в межах області 350км, об'єм стоку 1,46км<sup>3</sup> на рік;

- Сула – довжина в межах області 213км, об'єм стоку 1,15км<sup>3</sup> на рік;
- Ворскла – довжина в межах області 226км, об'єм стоку 0,9км<sup>3</sup> на рік;
- Оріль – довжина в межах області 80км, об'єм стоку 0,355км<sup>3</sup> на рік.

Густота річкової сітки більша на півночі, менша на південному заході. Більша частина стоку припадає на березень – квітень. Річки області живляться переважно талими сніговими водами (60% об'єму стоку). Полтавська область знаходиться в помірному кліматичному поясі. Найбільший вплив на формування погодних умов і клімату області мають величина і характер сонячного випромінювання, віддаленість регіону від великих водних мас, належність області до зони дії переважно атлантичних помірних та арктичних холодних повітряних мас, рівнинність. Територія області належить до недостатньо вологої, теплої, крайній південний схід – до посушливої, дуже теплої агрокліматичної зони. Середньорічна кількість опадів на території області змінюється, збільшуючись з півдня на північ.

Кліматичні умови області сприятливі для життя людини. Територія області належить до класу рівнинних східноєвропейських ландшафтів. Більшість ландшафтів відносяться до лісостепового типу, і лише на південному сході – до степового та північно-степового типу. У зв'язку з високим рівнем сільськогосподарської діяльності, природні ландшафти не збереглися і тому переважають антропогени. В їх структурі переважають сільськогосподарський тип ландшафтів. Місцевість області являє собою рівнину, розділену річковими долинами і ярами.

Ресурси для сільськогосподарського природокористування в області можна оцінити, як високі. За 100-бальною шкалою середня якість області за ступеню їх придатності для вирощування зернових і технічних культур становить 65 балів, сільськогосподарські землі займають 76,1% площі області. Найбільш поширені в області ґрунти – чорноземи. Вони займають майже дві третини території області. Лісові ресурси в області невеликі. Всі ліси віднесені

до природоохоронних і рекреаційних. Різними видами мінерально-сировинних ресурсів регіон забезпечений нерівномірно (є близько 300 родовищ корисних копалин). Область займає одне з перших місць в Україні по запасах і видобутку залізної руди, природного газу, газового конденсату, супутнього гелію, нафти. Серед інших корисних копалин – торф, будівельні матеріали, мінеральні води. Транспортна мережа області розгалужена. Найбільше значення займає залізничний транспорт, друге місце – автомобільний.

## **1.2 Географічне положення та рельєф**

Основні риси рельєфу області зумовлені її тектонічною і геологічною будовою. Загальну рівнинність території визначають тектонічні рухи (переважно слабкої інтенсивності), та субгоризонтальний характер залягання порід осадового чохла. Різниця в інтенсивності й направленості тектонічних рухів зумовила формування відносно підвищених (Придніпровська височина, Полтавська рівнина) та знижених рівнин (долина Дніпра – власне Придніпровська низовина).

Поверхня області має загальний нахил з півночі-північного сходу на південь-південний захід. Цей же напрямок простежується й для гідрографічної сітки. Максимальна абсолютна відмітка рельєфу (202,6м) на Лівобережжі області розташована за 5км на захід від Опішні на правобережній Придніпровській височині найвища точка поверхні +204м (вершина горба за 4км на південь від Крюківського району міста Кременчук). Цей горб називають „Деївською горою”. Найнижча точка поверхні Полтавщини (64м) – це берег Дніпродзержинського водосховища (середній уріз води в ньому). Середній похил поверхні по профілю між цими відмітками становить 0,98км.

Але зниження в межах Придніпровської низовини відбувається нерівномірно. Ярусність рельєфу обумовлена більшою інтенсивністю підняття

на північному сході області. З другої половини неогену внаслідок відступання пра-Дніпра від схилів Воронезького кристалічного масиву (який інтенсивно, але нерівномірно в часі підіймався) на південний захід утворювались широкі тераси-яруси. Таких ярусів, що ступінчасто знижуються, деякі вчені налічують більше 20. Вони і складають Придніпровську низовину. Більш давні неогенові тераси займають найвище положення і в сукупності утворюють Полтавську пластово-ярусну рівнину висотою 200...140м. Максимальні відмітки рельєфу рівнини в межах міста Полтави +159,2м (Поле Полтавської битви); мінімальні +78м (уріз р.Ворскли під мостом траси Київ - Харків).

Молоді антропогенові тераси та заплава Дніпра утворюють Придніпровську акумулятивну низовину (з переважанням висот до 120м). Лише на ділянці правобережжя виділяється напівпокрита цокольна рівнина (схил Придніпровської височини). Західна частина області нижча за східну (дивись профіль по 50° пн.ш. на карті красзнавчого атласу).

У межах Полтавської рівнини в рельєфі подекуди знаходять відображення локальні підняття порід (брахіантикліналі з соляними ядрами): Висачківське (за 15км на північний схід від Лубен); Полтавське, Солохо-Диканське тощо. Генетичні типи рельєфу (морфоскульптури).

Найпоширенішим типом рельєфу є ерозійно-акумулятивний. Його відмінності (густота і глибина розчленування, рисунок ерозійної сітки тощо) зумовлені інтенсивністю неотектонічних рухів, від якої залежить висота місцевих базисів ерозії. Так, найбільша глибина урізу річкових долин відносно вододілів (до 95м), спостерігається на північному сході області, в той час, як на південному заході всього 30-35м. Найбільша густота яружно-балочної сітки (1,4-1,8км/км<sup>2</sup>) спостерігається в Гадяцькому районі і на ділянках високих правих берегів Псла, Сули, Ворскли. Тут необхідно проводити протиерозійні заходи. Також дуже розчленовані балками і ярами короткі круті схили відрогів Придніпровської височини (Деївські пагорби тощо).

Розташування річкових долин в основному зумовлене розломно-блоковою тектонікою та нахилом поверхні. Долини асиметричні, з крутим правим та низьким лівим терасованим бортами. Більшість дослідників виділяє 4 антропогенові тераси. Ширина цих терас для Дніпра від Градизька до р.Хорол складає 24км; для понизь Ворскли, Псла, Сули – 10...15км (в т.ч. заплава 4-5км). Заплава Дніпра майже повністю затоплена водосховищами. Для заплав характерний хвилястий мікрорельєф стариці. В пониззях заплави часто заболочені.

Перші надзаплавні (борові) тераси часто з поверхні піщані; другі іноді нижчі, заболочені.

Льодовикові і водно-льодовикові форми в західній і південній частинах області, утворені в середньому плейстоцені, значно перетворені (місцями змиті) подальшою водною ерозією і акумуляцією. Гляціальні й перигляціальні відклади та комплекси рельєфу на території Полтавщини поширені нерівномірно. У похованому стані зустрічаються моренні і озерно-льодовикові відклади; форми льодовикового виорювання; на поверхні – крайові льодовикові комплекси. Так, екзараційна улоговина глибиною до 30м і шириною 2...1км розташована на побережжі Дніпра між гирлом Псла і Ворскли. До великої екзараційної депресії майже повністю належить басейн р.Оржиці. Вони заповнені продуктами льодовикової акумуляції.

На побережжі Дніпра знаходяться комплекси форм рельєфу, утворені краєм льодовика на стадії його зупинки і регресії. Зокрема – Градизько-Табурищенський; у межах якого виділяється гляціодислокація гори Пивиха (абсолютною висотою 168,8м; відносною 58-73м). Це куполоподібне підняття площею 16км<sup>2</sup>, утворене рухом льодовика зім'ятими у складки і розбитими на луски місцевими осадовими і навіть кристалічними породами та мореною. Від гирла Псла до Ворскли збереглися фрагменти валу напірної морени висотою

до 45м і шириною до 4км, а також водно-льодовикових форм (озів); гляціовідторженці (відірвані льодовиком маси гірських порід).

Між долинами Удаю і Ворскли вододіли часто пересікають прохідні „мертві” долини. Ці долини утворили талі води, які витікали із-під краю льодовика в умовах підпору ним нижніх частин русел річок, формування прильодовикових озер. Ще В.В.Докучаєв відзначив, що розмір деяких малих річок не відповідає розміру їх долин. Очевидно, що ерозія водно-льодовикових потоків зумовила формування не тільки „мертвих” (безводних) долин, але і долин малих річок. Як вважають учені, чотири антропогенові тераси Ворскли, Псла, Сули відповідають чотирьом плейстоценовим зледенінням.

Серед інших типів рельєфу слід виділити древні („шишаки”) та сучасні зсуви, приурочені до крутих берегів рік. За оцінкою, їх загальна площа складає 3,5км<sup>2</sup>. Шишаковий (яружно-зсувний останцево-горбистий) рельєф характерний для річкових долин Полтавщини.

Найкраще він виражений в місцях підмиву крутосхилів (на Ворсклі - біля Писаревщини, Стасів, Більська; на Пслі - біля Шишак, Яресьок, Остап'я).

Серед молодих зсувів виділяються невеликі зсуви-потоки покатих схилів річок і балок, і циркоподібні зсуви більш крутих схилів. Слід також відзначити повільне зсування частинок ґрунту на пологих схилах (криптогенез).

У районах поширення солянокупольних структур внаслідок розчинення і виносу солі утворився карст (покритий, слабо виражений з поверхні).

Набагато ширше розповсюджений суфозійний рельєф. Суфозійні мікрозападини (так звані „степові блюдця”) сформувались на недренованих лесових вододілах внаслідок вертикального виносу дрібнозему і подальших просадок. Розташування западин іноді пов'язують з полігональним рисунком клинів льоду в лесоподібних суглинках плейстоцену (палеотермокарстом). Чисельні (до 70 штук на гектар) блюдцеподібні мікрозападини займають іноді

до 10-15% плоских вододілів чи лесових терас. Їх діаметр рідко перевищує 10-30м, а глибина 1,0-1,5м.

Еолові форми рельєфу приурочені до перших надзаплавних терас, та піщаних ділянок заплавл найбільших річок (улоговини видування, кучугури).

Антропогенний вплив спонтанно чи цілеспрямовано активізує одні і уповільнює інші процеси.

Антропогенно-стимульованими є сучасні прояви прискореної ерозії, дефляції, абразії берегів водосховищ. До форм рельєфу антропогенного і техногенного походження відносяться кургани, кар'єри, рел'єфоїди (будівлі) тощо.

### **1.3 Кліматичні особливості району дослідження**

Метеорологічні умови є основним факторів для оцінки змiну клімату. Спостереження за температурним режимом та опадами на території області здійснюють метеостанцій Полтавського обласного центру з гідрометеорології, які розташовані у м.Гадяч, м.Лубни, м.Кобеляки, смт.В.Поділ (Семенівській район) та м.Полтава.

Процеси циркуляції повітряних мас пов'язані з проходженням циклонів та антициклонів, що рухаються з Азії, Атлантики та Арктики. Басейн Дніпра знаходиться, переважно, під впливом Азорського баричного максимуму, який сприяє надходженню з заходу стосовно вологого повітря, та сезонного Сибірського антициклону, його гребінь може приносити по осі підвищеного тиску сухе (взимку холодне, а влітку - перегріте) повітря пустель Закаспію.

Дослідження впливу великомасштабних атмосферних процесів на змiну річних опадів, середніх багаторічних температур атмосферного повітря та характеристики стоку України було виконано Н.С. Лободою на основі дослідження статистичної структури гідрометеорологічних полів та

кореляційного зв'язку між характеристиками гідрометеорологічних процесів та індексами атмосферної циркуляції. Встановлено, що вплив Північноатлантичних коливань (ПАК) на зміни гідрометеорологічних характеристик є більш значимим для річок західної України ніж для східної. Виявилось, що на півночі та північному сході України особливість коливання стоку обумовлюються Скандинавською телеконекцією. Коефіцієнти кореляції між величинами річного стоку та індексами Скандинавського коливання сягають показника 0,45 (р. Сіверський Донець - м. Зміїв, р. Десна – м. Чернігів).

Кліматичні умови лісостепу визначаються, в першу чергу, досить високим припливом сонячного випромінювання. Сумарна річна радіація становить  $418 \cdot 10^3$  -  $460 \cdot 10^3$  кДж . Значна частина одержаної теплоти витрачається на випаровування з поверхні суші. Витрати радіаційного тепла на випаровування сягають 121 кДж. Річний радіаційний баланс на території що розглядається становить 167–188 кДж. Тривалість сонячного сяйва у верхній течії річки коливається від 1800 до 1990 годин, а у середній та нижній – від 1900 до 2000 годин. Характерною ознакою клімату тут виступає нестабільність зволоження: більш вологі роки чергуються з засушливими, можливе формування суховіїв. Як вже говорилося, водозбори, які розглядаються, розташовані на сході України, де вплив північноатлантичного переносу повітряних мас зменшується, через те, що зростає континентальність клімату. Згідно із кліматичним районуванням дана територія відноситься до північної кліматичної області. При розгляді агрокліматичного районування України (за В. Поповим) територія яка досліджується відноситься до східного лісостепу, де коефіцієнт зволоження становить в межах 1,2–1,7, кількість днів з середніми добовими температурами від  $13 + 5^0\text{C}$  до  $+10^0\text{C}$  знаходиться у межах 80-105, а кількість днів з температурами понад  $+15^0\text{C}$  змінюються від 110 до 125. Одним із основних показників температурного режиму є середня місячна температура атмосферного повітря, яка характеризує загальний температурний фон території. Річна зміна температури повітря майже

співпадає з річним рухом надходження сонячного випромінювання. Середня місячна температура атмосферного повітря у січні коливається від мінус 8<sup>0</sup>С на північному сході до мінус 6<sup>0</sup>С - у гирлах річок. Середня місячна температура повітря у липні росте у напрямку з півночі на південь від +19<sup>0</sup>С у місті Сумах до +20<sup>0</sup>С - у місті Полтава. Абсолютний максимум температури повітря за рік становить +38<sup>0</sup>С. Середнє число днів з відлигою за зимовий сезон (грудень-лютий) коливається від 30 біля витоків до 45 біля гирла річок.

Абсолютний мінімум температури повітря за рік становить - 36<sup>0</sup>С. Середня кількість днів з температурою мінус 10<sup>0</sup>С і нижче знаходиться у межах 50 на північному заході до 35 - на південному сході. Середня кількість днів з мінімальною температурою повітря - 25<sup>0</sup>С і нижче коливається від 5 до 2 у південному напрямку. Середня тривалість періоду без заморозків становить 160–190 днів, збільшуючись у південному напрямку. Кількість річних атмосферних опадів у межах Української території досліджуваних водозборів коливається від 600 мм на півночі до 550 мм - на півдні.

У вологому 1978 році кількість річних атмосферних опадів у місті Полтава досягала 720 міліметрів, а у посушливому 1975 році становила лише 280 міліметрів, що свідчить про їх значну мінливість у часі. Взимку на території водозбору річки Ворскла утворюється стійкий сніжний покрив. Середня дата його утворення випадає на другу половину грудня місяця, а середня дата його танення – на березень. Найменша кількість днів із сніжним покривом у місті Полтава становить 34, а найбільше 143. Відсутність стійкого сніжного покриву в окремі зими зумовлена довгим та інтенсивним потеплінням. Також можуть бути зими з під час яких спостерігається відсутність стійкого снігового покриву, на їх долю припадає 5% [25]. Зими з великою кількістю потеплінь характеризуються меншою висотою сніжного покриву, ніж у холодні роки. Але, зазвичай, у теплі зими опадів випадає, переважно, більше. Висота сніжного покриву за територією розподіляється нерівномірно та змінюється на протязом зими. Наприкінці грудня висота сніжного покриву в середньому становить 0,10 м. У січні висота сніжного

покриву дорівнює 0,20 м. У лютому спостерігається незначне його зменшення. До періоду весняного сніготанення висота сніжного покриву набуває максимуму, за винятком зим з значним потеплінням. В деякі роки висота сніжного покриву може бути значно більше за середні показники (до 0,53 м). Щільність сніжного покриву постійно змінюється у часі та просторі й багато у чому залежить від погодних умов. До моменту танення снігу середня щільність снігу дорівнює  $0,20 \text{ г/см}^3$ – $0,26 \text{ г/см}^3$ , а запаси води в снігу зазвичай максимальні й дорівнюють 0,50 м.

Тривалість періоду танення снігу розраховується як кількість днів між датою початку танення снігу та датою сходу стійкого сніжного покриву. Цей період в розглядуваних районах дещо розтягнутий у зв'язку з частим поверненням заморозків. Тривалість періоду сніготанення залежить від товщі та щільності сніжного покриву. Середня тривалість періоду танення снігу 16–20 діб, у роки з теплою весною танення відбувається протягом 4 – 8 діб, а у роки з тривалою весною сніг сходить на протязі місяця. Максимальна інтенсивність танення снігу досягає 0,30 м шару снігу за декаду, а за добу може досягнути 0,10–0,13 см.

За даними Полтавського обласного центру з гідрометеорології у 2020 році клімат області характеризувався наступними показниками:

#### МС Гадяч.

Середня річна температура повітря склала  $+10,3^\circ$  тепла, що нижче минулого року на  $0,5^\circ$  ( $+10,8^\circ$  у 2019р.), але вище норми на  $1,9^\circ$ .

Річна сума опадів склала 458,9мм (78% норми), що більше ніж у попередньому році (2019 рік – 450,7мм). Середня вологість повітря, яка визначена МС за 2020 рік, становила 72%.

#### МС Лубни.

Середня річна температура повітря, за даними МС Лубни, склала  $+10,5^\circ$  тепла, що вище минулого року на  $0,4^\circ$  ( $+10,1^\circ$  у 2019 році) та вище норми на  $1,9^\circ$ .

Річна сума опадів склала 532,9мм (86% норми), що більше ніж у попередньому році (2019 рік – 400мм). Середня вологість повітря, яка визначена МС за 2020 рік, становила 70%.

#### МС Полтава.

Середня річна температура повітря за даними МС Полтава +10,6° тепла, що вище минулого року на 0.3° (+10.3° у 2019 році) та вище норми на 1.8°. Річна сума опадів склала 473,8мм (83% норми), що більше ніж у попередньому році (2019 рік – 403мм). Середня вологість повітря, яка визначена МС за 2020 рік, становила 68%.

#### МС Веселий Поділ.

Середня річна температура повітря склала +10,7° тепла, що вище минулого року на 0.4° (+10.3° у 2019 році) та вище норми на 1.8°. Річна сума опадів по МС склала 449,9мм, (84% норми), що більше ніж у попередньому році (2019р. – 415мм). Середня вологість повітря, яка визначена МС за 2020 рік, становила 71%.

#### МС Кобеляки.

Середня річна температура повітря склала +11.1° тепла, що вище минулого року на 0.4° (+10.7° у 2019 році) та вище норми на 1.8°. Річна сума опадів по МС Кобеляки склала 460,5мм (87% норми), що більше ніж у попередньому році (у 2019р. – 431мм). Середня вологість повітря, яка визначена МС за 2020 рік, становила 68%. У 2020 році середня річна температура повітря по Полтавській області склала +10.6о, що вище минулого року на 0.2° (+10.4° – у 2019р.).

## **1.4 Ґрунти та рослинність**

На Полтавщині переважають сільськогосподарські землі, що знаходяться під ріллею, тобто використовуються для посіву та вирощування

сільськогосподарських культур. За даними Головного управління Держгеокадастру в Полтавській області, доля таких земель від загальної кількості сільськогосподарських угідь – близько 62% в цілому по області. Це свідчить про значний агроресурсний потенціал області. Незначний, відсоток земель припадає на багаторічні насадження – 1,0%, тобто на землі під виноградниками, садами та іншими багаторічними насадженнями. Сіножаті та пасовища займають приблизно 12% земель в області.

До складу сільськогосподарських земель входять не лише сільськогосподарські угіддя але і землі, які не використовуються для посіву та вирощування культур. До таких земель належать землі під господарськими будівлями та дворами; землі під шляхами та прогонами; землі, що перебувають у стадії меліоративного будівництва та відновлення родючості; землі тимчасової консервації; забруднені сільськогосподарські угіддя, що не використовуються для сільськогосподарського виробництва. Ці землі в області становлять трохи більше 2 відсотків.

Потрібно зазначити, що більшу частину території області (до 65%), займають чорноземи – найродючіші різновиди ґрунтів.

Ключовими показниками при визначенні родючості ґрунту є поживні речовини та кислотність ґрунту. До поживних речовин відносять основні біогенні елементи (азот, фосфор, калій) та гумус ґрунту.

Гумус виступає як джерело азоту та інших елементів, пріоритетних і необхідних для рослин та мікроорганізмів, це важливий фактор продуктивності та родючості ґрунтів.

Полтавська філія ДУ «Держґрунтохорона» інформує: площа ґрунтів області за низьким вмістом гумусу становить – 2,9%, за середнім – 48,6%, за підвищеним – 45,1%, за високим – 3,4 відсотка.

У порівнянні з іншими регіонами України, Полтавська область має один із найвищих показників вмісту гумусу в ґрунтах. Азот, фосфор та калій є

основними поживними елементами, що впливають на ріст та розвиток рослин. Їх забезпеченість у ґрунтах Полтавської області є достатньою для вирощування сільськогосподарських культур.

За останніми даними Полтавської філія ДУ «Держґрунтохорона»:

- площа ґрунтів області за дуже низьким вмістом азоту, що легко гідролізується становить – 28,3%, за низьким – 70,3%, за середнім – 1,4%;
- площа ґрунтів області за низьким вмістом рухомих сполук фосфору становить 2,4%, за середнім – 28,6%, за підвищеним – 55,4% за високим – 12,3%, за дуже високим – 1,3%;
- площа ґрунтів області за низьким вмістом рухомих сполук калію становить 1,6%, за середнім – 11,3%, за підвищеним – 47,0% за високим – 33,9%, за дуже високим – 6,2 відсотка.

Полтавська область має сприятливі умови та оптимальні показники, які визначають родючість ґрунту для розвитку сільського господарства. Але потрібно запобігати виснаженню ґрунту, контролювати вищезазначені показники, відновлювати їх в ґрунтах.

Полтавською філією ДУ «Держґрунтохорона» проводяться спостереження за вмістом залишкових кількостей таких пестицидів, як ДДТ та його метаболітів, ГХЦГ та суми його ізомерів, базудин, дурсбан, метафос, фозалон, фосфамід, атразин і симазин, радіонуклідів цезію 137 і стронцію 90, солей свинцю, кадмію, міді, цинку і ртуті та вмісту нітратів у воді. З 2013 року визначаються залишкові кількості пестицидів – диметоат та ацетхлор. Залишкових кількостей у зразках ґрунту, відібраних на моніторингових ділянках, з перевищенням ГДК – не виявлено. Вміст солей важких металів також не перевищує ГДК.

## 1.5 Гідрографічна характеристика

Полтавщина знаходиться в центральній частині України у лісостеповій зоні з помірно-континентальним кліматом. Із загальною площею 28,75 тис.км<sup>2</sup> (це 4,5% площі України) 9,9% від неї складають ліси та інші покриті лісом площі, 5,16% площі займають водойми, 75,42% – сільськогосподарські угіддя, в тому числі рілля становить – 61,6%. Територія регіону відноситься до недостатньо зволоженої, теплої, край південного сходу – до засушливої, дуже теплої агрокліматичної зони.

Головними джерелами водних ресурсів Полтавщини є річки Ворскла, Сула, Псел та Оріль, і їх притоки, також значну частину становлять Кременчуцьке та Дніпродзержинське водосховища, які знаходяться на річці Дніпро. На території області утворюється стік трьох річок, а саме: Сліпорід, Тагамлик та Говтва. Гідрографічна мережа річок вміру розвинута, середня густина її, без врахування малих річок, струмків та водотоків довжиною менше 10 км становить 0,17 км на 1 кілометр квадратний, а якщо враховувати їх – 0,45 км на 1 кілометр квадратний, що майже дорівнює середній густоті річкової мережі України. В області налічується 69 малих водосховищ, загальна площа водного дзеркала яких становить 6469,5 гектарів і загальним об'ємом 149,87 млн.м<sup>3</sup>; налічується 2679 ставків, загальна площа водного дзеркала яких становить 19649 гектарів і загальним об'ємом 278,072 млн.м<sup>3</sup>; 124 озера, загальна площа водного дзеркала становить 676 гектарів і загальний об'єм 7,6 млн.м<sup>3</sup> води.

Запаси підземних вод в межах Полтавської області становлять:

- прогнознi експлуатаційні – 4046,5 тисяч м<sup>3</sup>/добу;
- розвідані та затверджені – 806,88 тисяч м<sup>3</sup>/добу.

Забезпеченість водою на одного жителя в середній за показниками водності рік завдяки місцевому стоку становить 1,27 тисяч м<sup>3</sup>/рік. Водні ресурси на території області визначені за методом водного балансу, як різниця стоку між розміщеними вище та нижче розташованими розрахунковими

створами. Водні ресурси Полтавщини з урахуванням стоку прилягаючих територій встановлені за характером річних стоків річок. Водні ресурси річок, що утворюються на території регіону становлять:

- в середній за водністю рік – 1940 млн.м<sup>3</sup>;
- в маловодний рік 75% від забезпеченості, а саме – 1310 млн.м<sup>3</sup>;
- в занадто маловодний рік 95% від забезпеченості – 760 млн.м<sup>3</sup>.

Річкова мережа у теперішньому вигляді утворилася в кінці льодовикової епохи. Похил поверхні області формує переважаючий напрям річкової сітки: майже всі річки протікають з півночі на південь або з північного сходу на південний захід і являються лівими притоками Дніпра. Середній показник густоти річкової мережі становить 0,27 км/км<sup>2</sup> (по Україні - 0,25 км/км<sup>2</sup>).

На рис.1.2 зображена річкова мережа Полтавської області.



Рис. 1.2 Річкова мережа Полтавської області

Найбільший показник густоти річкової мережі становить для басейнів річок Псел та Хорол, а саме в центральній частині Полтавщини (0,40 км/км). Найменше розвинута річкова мережа (0,17км/км) знаходиться на крайньому заході території області, в басейні ріки Оржиця на територіях Оржицького,

Пирятинського та Гребінківського районів. Рівнинний характер земної поверхні, несуттєвий похил зумовлюють спокійну, ледве помітні течії річок, яка становить 0,1-0,3 м/сек. Річки Полтавщини живляться в переважній більшості сніговими водами (55-60% від загального об'єму річного стоку), хоча переважна кількість річної суми опадів випадає в теплий період року. Це зумовлено тим, що літні опади (крім зливових) просочуються в ґрунт, випаровуються під дією тепла і майже не дають річного стоку. Роль снігового живлення зростає з півночі на південь області. Наступним за значенням джерелом живлення стоку річок є підземні води (які складають 30-35%). Роль підземного живлення збільшується в зимовий і літній період, коли немає стоку поверхневих вод, або він є незначним. Дощове живлення складає приблизно 10% від річного об'єму стоку. Сумарний стік річок складається з двох складових: транзитного стоку та місцевого стоку. Велика частина малих річок бере свій початок на території Полтавщини. Дніпро та його найбільші притоки (Псел, Ворскла (рис.1.3), Сула та інші) починаються на території інших областей, і стік, який вони з собою приносять, є транзитним.

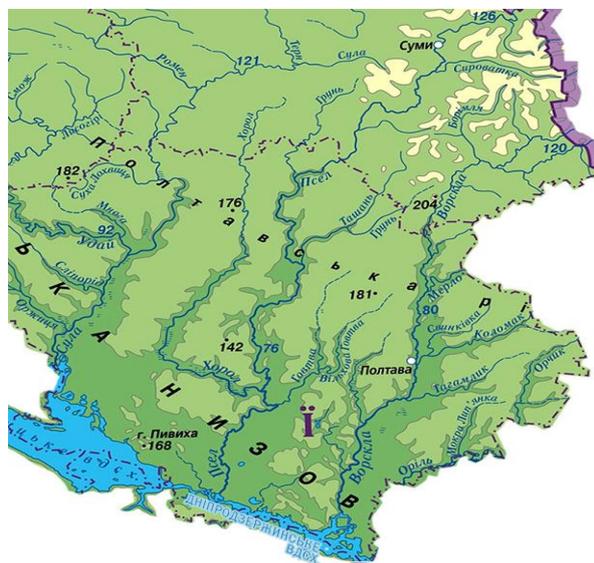


Рис.2.3 Річка Ворскла

Переважна частина місцевого стоку утворюється в північних районах регіону. Водоносність та показник рівеня води в річках області впродовж року суттєво змінюється. Повінь на річках яка пов'язана з таненням снігового покриву, розпочинається з настанням весни (початок березня). У цей час

утворюється 70-80% річного стоку. Наприкінці літа переважна частина річок міліє, а частина навіть пересихає (настає літня межінь). В цей час живлення відбувається переважно з підземних вод. Омління річок спричиняє зменшення рівня ґрунтових вод, а це призводить до зменшення резерву води у ставках та водоймищах. В період літніх злив та осінніх дощів на річках трапляються паводки.

За останні півстоліття на Дніпрі та його притоках збудована велика кількість водорегулюючих споруд (захисні дамби, водовідвідні канали, водосховища, захисні дамби, водовідвідні канали і шлюзи тощо), які спричиняють можливість небезпечних повеней і паводків, та частково нівелюють відмінність в розподілі об'єму стоку протягом року. Останні катастрофічні повені відбувалися на річках регіону в першій половині 1950-х років. Але в теперішні час у період паводків і повеней підтоплюються або частково затоплюють близько 400 населених пунктів і більше ста тисяч гектарів сільськогосподарських земель. Близько 130 днів в рік річки покриті льодовим покривом. Льодостав розпочинається на півночі та північному сході області до 7 грудня, закінчується на півдні до 20 грудня, весняний хід льоду починається з іншого боку на півдні 17-18 березня, а завершується 25 березня на північному сході. На весну випадає 75% від твердого стоку, на літній та осінній періоди - лише 10%. Найменш мутна вода на крайньому заході області (річка Оржиця), там кількість твердих домішок в воді становить 50 г/м<sup>3</sup>. З часом каламутність води зростає в напрямі на схід. Таким чином для Дніпра каламутність становить 100 г/м, а для річки Псел та Ворскла - до 250 г/м. Головною водною судиною Полтавщини є р. Дніпро - головна річка України, третя за площею водозбору в Європі (більші Волга і Дунай), довжина якої 2285 кілометрів, а площа басейну 503 тисяч кв. кілометрів Дніпро (рис.2.4) зачіпає південно-західну частину регіону протягом 267 кілометрів. Свого часу Дніпро мало і старі русла, такі як: Діда, Старка, Старицю рукава-притоки, що витікали і вливалися у нього. Із них: Гирман, Ярданка, Рящуватий, Ревучий. Усі вони зникли після створенням Кременчуцького водосховища. На сьогодні

найбільша площа яку вони можуть займати спостерігається в басейні Сули (озера – 32 кв.км, болота - 1300 кв.км), Псла (25 та 190 кв.км) та Ворскли (15 і 260 кв.км). Загалом область має 124 озера площа водного дзеркала яких складає понад 0,1 кв. км (загальна площа 676 га, загальний об'єм води 76 млн. куб. м).



Рис.2.4 Річка Дніпро

На Полтавщині озера представлені – неглибокими староріччями, які мають пониження, площа водних дзеркал становить менше 1,01 кв. км (загалом 124 озера, площа водного дзеркала 676 га, об'єм 7,6 млн. куб. м води). В розрахунку від загальної площі території області озера складають менше 1,0% . Більшість озер розташовані Оржицькому районі – 57 (площею водного дзеркала 252 гектарів) та в Семенівському районі – 32 (площею водного дзеркала 246 гектарів). Також область налічує 2502 ставків та невеликих водосховищ із площею водного дзеркала 22,38 тис.га і об'ємом за регульованої води 427,94 млн. куб. м. Кременчуцьке та Дніпродзержинське водосховища знаходяться на півдні та південному заході Полтавської області, об'єм за регульованої в них води, 13520 та 2450 млн. куб. м відповідно. Основне джерело господарськопитного водопостачання населених пунктів Полтавщини є природні ресурси підземних вод.

Водоносні горизонти, що використовуються для питного водопостачання відрізняються запасами, органолептичними та хімічними показниками. На території Полтавської області залягають такі водоносні горизонти: четвертинний (алювіальний) Полтавський, Харківський, Буцацький, Сінеман-нижньокрейдовий і Юрський. Буцацький водоносний горизонт залягає на відносно невеликій глибині і є найбільш використовуваним для питного водокористування в області. Землі водного фонду Полтавської області включають в себе землі, зайняті річками, озерами, водосховищами, ставками, болотами, також до них включені прибережні захисні смуги уздовж річок, водойм та землі під гідротехнічними спорудами та каналами. Сучасна система річок утворилася в кінці льодовикової епохи. Поверхня області є нахиленою, що зумовлює відповідний напрям річкової сітки: переважна більшість річок мають стік з півночі на південь та з північного сходу на південний захід, в результаті чого впадають в Дніпро (ліва притока).

Середня густина річкової мережі  $0,27 \text{ км/км}^2$  (в Україні -  $0,25 \text{ км/км}^2$ ). Цей показник максимальний для басейнів річок Псел і Хорол – в центральній частині області ( $0,40 \text{ км/км}$ ). Найменш розвинена річкова мережа ( $0,17 \text{ км/км}$ ) на крайньому заході Полтавщини, в басейні річки Оржиця на території Оржицького, Пирятинського та Гребінківського районів. Рівнинний характер поверхні, незначний нахил спричиняють спокійну, та слабку течію річок, що коливається в межах  $0,1-0,3 \text{ м/сек}$ .

Річки області живляться в переважному талими водами ( $55-60\%$  від сумарного об'єму стоку), хоча більша кількість річної суми опадів припадає в теплий період року. Це зумовлено тим, що літні опади (крім зливових) потрапляють в ґрунт, та випаровуються, в наслідок чого майже не дають стоку. Роль сніжного живлення збільшується з півночі на південь області. Наступним за значенням джерелом живлення стоку річок є підземні води (які складають  $30-35\%$ ). Роль підземного живлення збільшується в зимовий і літній період, коли немає стоку поверхневих вод, або він є незначним. Дощове живлення складає приблизно  $10\%$  від річного об'єму стоку.

Сумарний стік річок складається з двох складових: транзитного стоку та місцевого стоку. Велика частина малих річок бере свій початок на території Полтавщини. Дніпро та його найбільші притоки (Псел, Ворскла, Сула та інші) починаються на території інших областей, і стік, який вони з собою приносять, є транзитним [22].

Переважна частина місцевого стоку утворюється в північних районах регіону. Шар стоку там досягає 80 міліметрів за рік, а модуль стоку - 3,5 л/с-км<sup>2</sup>. На півдні Полтавщини ці показники досягають відповідно 40 міліметрів і 1,2-1,5 л/с-км<sup>2</sup>. Ця різниця обґрунтовується зменшенням кількості атмосферних опадів, глибини снігового покриву та зростом випаровуваності з півночі й північного заходу на південний схід. Середній шар стоку по регіону складає 64 міліметри, що менше, ніж середній показник для України (87 мм).

Водоносність та рівень води в річках Полтавщини протягом року відчутно коливається. Повінь на річках у зв'язку з таненням снігового покриву починається на початку березня. У цей період формується 70-80% річного об'єму стоку. Наприкінці літа основна частина річок міліє, а частина пересихають (настає літня межінь).

Близько 130 днів в рік річки покриті льодовим покривом. Льодостав розпочинається на півночі та північному сході області до 7 грудня, закінчується на півдні до 20 грудня, весняний хід льоду починається з іншого боку на півдні 17-18 березня, а завершується 25 березня на північному сході.

Середня густина річкової сітки в області складає 0,11 м/км<sup>2</sup>, що в 1,5 раза менше, ніж в середньому по Україні.

Всі річки області належать до басейну ріки Дніпро. Більшість їх свій потік формують не тільки на території Полтавщини, а й за її межами. І лише три – Сліпорід, Говтва та Тагамлик – повністю формуються і протікають в межах області. Характеристика річок по довжині вказані в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Розподіл річок області по довжині

Довжина річки, км	Число річок	Сумарні довжини	
		км	% від загальної довжини
10-25	73	1183	20
26-100	38	1790	31
101-500	9	2135	36
501-1000	1	717	13
Всього	121	5825	100

Водні ресурси річок області, з врахуванням їх водозабору лише в межах області, включно з річкою Дніпро, становить: у середній за водністю рік – 1584 млн. м<sup>3</sup>, у маловодний рік – 966 млн. м<sup>3</sup>, у дуже маловодний рік – 490 млн.м<sup>3</sup>. Сумарний стік річок, що включає в себе стік річок в межах регіону, стік річок, який надходить з інших областей і стік річки Дніпро, становить: у середній за водністю рік – 48,6 млрд. м<sup>3</sup>, у маловодний рік – 38,6 млрд.м<sup>3</sup>, у дуже маловодний рік – 28,1 млрд.м<sup>3</sup>.

Наймасштабнішим за довжиною, площею водозабору і водністю річками Полтавської області є річка Дніпро та його ліві притоки – Ворскла, Сула, Псел, Орель, Хорол. Кількість річок з різною площею водозабору вказано в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 Кількість річок з різною площею водозабору

Інтервал площі водозабору	До 50	50-100	101-200	201-500	501-1000	1001-5000	5001-10000	Більше 10000
Кількість річок	17	28	35	21	11	10	2	2

## 1.6 Обґрунтування теми магістерської роботи

Глобальне потепління на сьогодні є гострою проблемою. Ведуться дослідження, моделювання, прогнозування екологічного стану

навколишнього природного середовища на планеті. Кліматичні зміни впливають на всі сфери життя та діяльності людей, зокрема і промисловість.

Вплив клімату є одним з найважливіших факторів, які визначають динаміку природних систем і чинять значний вплив на розвиток техногенних систем. В різну пору року, при різних температурних показниках, кількості вологи в ґрунті, вплив на нафтогазопроводи відрізняється.

Доведено, що під час міжсезонного (навесні, восени) переходу температур, кількість аварій збільшується, так як в ці на весні кількість вологи в ґрунті збільшується, а восени в них відбувається замерзання води.

Також не можна забувати про корозійний прилив солей які можуть міститися в ґрунтах. А в комплексі зі зміною клімату всі ці фактори комплексно впливають на трубопроводи.

Маючи перелік факторів які впливають на роботу трубопроводів, можна зробити висновок, що для вирішення проблематики треба діяти також комплексно.

На те як швидко будуть зношуватися нафтогазопроводи, необхідно враховувати такі показники як:

- Діаметр трубопроводу
- Тип вуглеводню
- Термін експлуатації
- Природно-кліматичні умови

Для розв'язання проблематики пов'язаної з аваріями на нафтогазопроводах необхідно врахувати всі показники які мають безпосередній вплив на нього.

Одним з таких показників є індекс сезонності. Від дозволить спрогнозувати ймовірність аварії для конкретного місяця або кварталу. Також важливими є гідрогеологічні умови (близькість ґрунтових вод), переміщення ґрунту, періодичність низьких температур, зносостійкість металу і його товщина.

## РОЗДІЛ II. АНАЛІЗ ВПЛИВУ АВАРІЙ НАФТОПРОВІДІВ НА ДОВКІЛЛЯ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

### 2.1. Стан і розвиток нафтогазового комплексу в районі дослідження

Полтавський економічний район – один з найважливіших індустріальних центрів країни. Основу його промисловості складають підприємства нафто-газового комплексу.

Газотранспортна система (ГТС) України включає: магістральні газопроводи – 23,0 тис.км; газопроводи-відгалудження – 16,7 тис. км, 73 компресорні станції (КС), 110 компресорних цехів, 710 газоперекачувальних агрегатів, 1502 газорозподільні станції; 13 підземних сховищ газу (ПСГ) та об'єктів інфраструктури, які забезпечують функціонування системи.

Система підземних сховищ газу (ПСГ) України – одна з найбільших у світі й складається з 13 об'єктів.

Підземні газосховища характеризуються:

- активним об'ємом газу – 31,95 млрд м<sup>3</sup>
- добовою продуктивністю 260 млн м<sup>3</sup>/добу

Підземні газосховища газу можуть забезпечувати:

- 50% річного споживання країни;
- 60% добового споживання країни.

Протягом 2020 року газотранспортною системою України транспортовано споживачам України 33,7 млрд м<sup>3</sup> природного газу, транзит газу склав 55,8 млрд м<sup>3</sup>, зокрема до країн Європи 55,8 млрд м<sup>3</sup>, до Республіки Молдови – 2,9 млрд м<sup>3</sup>.

З метою підтримання ГТС в належному стані та забезпечення надійного транспортування газу до країн Європи та споживачів України, виконуються роботи з її реконструкції, капітального ремонту та модернізації.

Система магістральних нафтопроводів України ПАТ «Укртранснафта» включає в себе 4767 км нафтопроводів (в однопітковому виразі) діаметром до 1220 мм включно, 51 нафтоперекачувальну станцію (НПС), 11 резервуарних парків з 79 резервуарами загальною номінальною ємністю 1083 тис. м<sup>3</sup>, системи електропостачання, захисту від корозії, автоматики, телемеханіки, технологічного зв'язку, протипожежні споруди.

Роботу НПС забезпечують 176 насосних агрегатів, продуктивністю до 12500 м<sup>3</sup>/год з електроприводом загальною потужністю 356,5 тис.кВт.

На території нафтоперекачувальних станцій і МНТ «Південний» розташовано 11 резервуарних парків (79шт. резервуарів) загальною номінальною ємністю 1083 тис.м<sup>3</sup>.

Пропускна здатність системи магістральних нафтопроводів України на вході складає 114 млн т/рік на виході 57,6 млн т/рік.

ПАТ «Укртрансгаз» має розвинуту газотранспортну систему, яка включає 38,55 тис.км газопроводів, 72 компресорні станції (110 компресорних цехів) загальною потужністю 5442,9 МВт, 12 підземних сховищ газу з активним об'ємом понад 30,95 млрд м<sup>3</sup>.

Газотранспортна система, оператором якої є ПАТ «Укртрансгаз», забезпечує подачу внутрішнім споживачам і здійснює основний обсяг експортних поставок російського газу до інших європейських країн.

Пропускна здатність газотранспортної системи становить на вході 287,7 млрд м<sup>3</sup> на рік, а на виході 178,5 млрд м<sup>3</sup> на рік.

Стан техногенної безпеки на об'єктах товариства відповідає нормативним вимогам. Техногенні надзвичайні ситуації на об'єктах Товариства не виникали.

Газопровід-відвід від УППГ «Олефірівка» до магістрального газопроводу «Шебелинка-Полтава-Київ» має загальну протяжність 17606 м та виконаний із сталевих труб марки «сталь 20» діаметром 425x12 мм.

Газопровід-відвід прокладений підземно, в основному паралельно рельєфу місцевості, на глибині не менше 1,1 м до поверхні труби.

Газопровід-відвід від УППГ «Олефірівка» до магістрального газопроводу «Шебелинка-Полтава-Київ» переходить через автошляхи та водні об'єкти.

Траса газопроводу відводу перетинає дві бетонні дороги, канал, річку Псел, дві автомобільні дороги із асфальтобетонним покриттям сполученням Мареничі-Солонці-Великі Сорочинці та Лубни-Миргород-Опішня та підземні і надземні комунікації (існуючі трубопроводи та кабелі зв'язку, ЛЕП).

Переходи газопроводу через автомобільні дороги та шлейхи виконані в захисних кожухах 720 x 8 мм на глибині до 2,7 м від полотна дороги до верха кожуха, з метою додаткового захисту від механічного навантаження автомобілів.

На одному з кінців кожного кожуха, що виводяться на 25 м від бровки земляного полотна дороги, встановлені витяжні свічки діаметром 80 мм висотою 5 м. Свічки під'єднуються до захисного кожуха без контакту з газопроводом, на випадок встановлення свища на газопроводі (аварійна ситуація – розгерметизація), та скиду надлишкового тиску повітря між захисним кожухом та газопроводом (у випадку проїзду автодорогою надважкої техніки, або іншої позаштатної ситуації: деформація дорожнього покриття і т.д.). Прокладений газопровід-відвід є герметичним, вихід газу виключений повністю.

Захисний кожух виконаний із товстостінної сталевих труби, 720 x 8 мм, що герметично з'єднана з газопроводом. Місце з'єднання з газопроводом заповнене мінеральною ватою, що просочена бітумно-гумовою мастикою.

При перетині високовольтної лінії електропередачі 330 кВт «Північно Українська-Полтава» газопровід-відвід був прокладений на відстані не менше 30 м від опори лінії та під кутом не менше 86°.

При перетині річки Псел та каналу газопровід-відвід має гумо-бітумну ізоляцію посиленого типу (тришарова поліетиленова ізоляція дуже посиленого типу та ізоляція зварних стиків муфтами ІЗ/РЕХ, також проведено балансування трубопроводу.

Для відключення та продувки ділянок газопроводу-відводу, у разі необхідності, передбачена підземна установка двох кранових вузлів із пневно-гідроприводом з односторонньою продувкою.

Водночас, газотранспортна система має у своєму складі 42,0 % газопроводів з терміном роботи від 16 до 42 років, 17,3 тис. км газопроводів експлуатуються понад 50 років. Довготривала експлуатація трубопроводів призводить до формування екологічної небезпеки, пов'язаної з ризиком виникнення масштабних аварій, значними економічними втратами та забрудненням навколишнього середовища. Також це вимагає щорічного виконання значних обсягів капітального ремонту та реконструкції газопроводів. Внаслідок тривалої експлуатації частини газопроводів України зростає ризик аварійно-небезпечних дефектів, таких як утворення корозійних тріщин, можливість вибуху на газопроводах, деформація трубопроводів, спричинена зсувами, повеннями та ін. Як наслідок, надходження до атмосферного повітря, ґрунту та водойм складників природного газу.

Відповідно, пріоритетними цілями розвитку газотранспортних підприємств України є підвищення ефективності та екологічності процесів транспортування природного газу, створення умов безаварійної роботи, а також забезпечення надійності і довговічності технологічного устаткування. Оскільки саме у процесі транспортування природного газу магістральними газопроводами і розподілу його споживачам відбуваються значні його втрати

інколи до 10 %, що спричиняє низку як екологічних наслідків, пов'язаних з високим рівнем забруднення атмосферного повітря, так і економічних □ зумовлених нераціональним використанням природних ресурсів.

Ймовірний негативний вплив на навколишнє середовище під час експлуатації родовища формально зводиться до нуля. Однак практика демонструє, що негативний вплив на навколишнє середовище продовжує накопичуватися та проявлятися. При цьому повністю уникнути аварійних ситуацій не вдається.

Розвиток підприємств нафтогазового сектору супроводжується будівництвом великої кількості технологічних об'єктів лінійного характеру. Паралельно з видобутком нафти та газу пришвидчується транспортна інфраструктура. Будівництво трубопроводів (нафтопроводи, газопроводи, водопроводи) супроводжується механічним впливом на навколишнє середовище.

## **2.2. Аварії на нафтогазопроводах, причини та шляхи усунення**

У зв'язку зі старінням газотранспортної мережі та недосконалістю державного контролю за її безпекою, останніми роками спостерігається збільшення кількості аварій на газопроводах України (розрив труб через просідання ґрунту; утворення корозійних тріщин; деформація трубопроводів, спричинена зсувами і повеннями; електрохімкорозія на ділянках підтоплення та ін.). Також зростає вплив на ГТС факторів глобальної зміни клімату: потепління, збільшення кількості та нерівномірності опадів, частота повеней та ін.

Внаслідок експлуатації більше 25 років більшої частини газопроводів України зростає ризик виникнення аварійно-небезпечних дефектів та можливість їх руйнування. Це спричиняє надходження до атмосферного повітря, ґрунту та водойм складових природного газу. Нагромадження цих речовин в атмосфері є причиною порушення газового балансу, що може активізувати

глобальну зміну клімату. Особливо небезпечними є сірчисті сполуки й окиси азоту, які спричиняють кислотні дощі, які здатні випадати на відстані багатьох сотень і тисяч кілометрів від джерела первісного викиду речовин. Під впливом кислотних дощів відбувається закислення вод озер і ґрунтів, змінюється їх хімічний склад, погіршується екологічний стан тощо.

Внаслідок тривалої експлуатації магістральних газопроводів, по-перше, знижуються захисні властивості ізоляційних полімерно-стрічкових та бітумних покриттів, які становлять 70-80 % від загальної протяжності газових магістралей, фактичний ресурс яких внаслідок деградаційних процесів визначається 8-12 роками.

По-друге, під впливом тривалих функціональних, як зовнішніх та і внутрішніх навантажень, які формують високий рівень напружень, метал в стінках трубопроводів також зазнає процесів старіння, які є причиною їх техногенних відмов. Внаслідок деградаційних процесів у газопровідних сталях збільшується ризик в'язкого або крихкого руйнування газопровідних труб, оскільки зростає як кількість дефектів, так і рівень внутрішніх напружень, знижується опірність розвитку як тріщиноподібних дефектів, так і корозійно-втомних тріщин. Крім цього, причиною руйнування магістральних газопроводів є також природно-кліматичні фактори. Так, температурні впливи переважно уздовж осі труби зумовлюють значні поздовжні напруження, спричинені осьовим стиском або розтягом, а сейсмічні коливання, навантаження, спричинені дією води або вітру, зсуви та просідання ґрунтів, навантаження від обмерзання та налипання снігу, викликають осьові напруження від згинальних і крутних моментів, а також поздовжньої осьової сили.

Узагальнений аналіз причин руйнування засвідчив різну їх специфіку та структуру залежно від географічного положення, кліматичних умов їх експлуатації та підходів до оцінювання аварійних ситуацій. Так, структура

магістральних газопроводів у Росії за терміном експлуатації розподіляється таким чином:

- до 20 років – 28,0 % (41582 км);
- від 21 до 30 років – 37,0 % (54949 км);
- більше 30 років – 35,0 % (51979 км).

Таким чином, 72 % магістральних газопроводів України експлуатуються понад 20 років, а середній вік експлуатованих магістральних газопроводів досяг 34 роки. В 1990-2000 рр. близько 30 % випадків виникнення аварійних ситуацій зовнішня корозія, включаючи корозійне розтріскування під напругою або стрес-корозійне руйнування, є основною причиною руйнувань, тоді як механічні пошкодження (зовнішні впливи) є причиною руйнувань у 19 % випадків, а дефекти труб і брак у будівельно-монтажних роботах відповідно становлять 11,4 % та 22 % [3]. Причому, впродовж останніх років через зовнішню корозію було зареєстровано 63,4 % руйнувань, зокрема 58,5 % руйнувань були ідентифіковані як стрес-корозійні. Тоді як брак металу і дефекти зварки (дефекти труб) та брак у будівельно-монтажних роботах відповідно становлять 6,1 %, 18,3 % (24,4 %) та 12,2 %. Найбільша кількість руйнувань у 2000 р. спостерігалась через корозію під напруженням на магістральних газопроводах діаметром 1420 мм (59,4 %). Обстеженням понад 2500 км магістральних газопроводів за допомогою магнітного дефектоскопа (ДМТП-1400) "Спецнефтегаза" виявлено 70 одиночних тріщин і 984 колоній тріщин стрес-корозійного походження в одношовних закордонних і двошовних трубах Харцизького трубного заводу.

До 1990 р. частка аварій газопроводів України через корозійне розтріскування під напругою і пов'язаних з цим втрат газу не перевищувала 10 % від усіх аварій. З 1996 по 2000 рр. кількість таких аварій подвоїлась, а втрати від них досягли 50 % від загального збитку. Причому стрес-корозійне

руйнування металу труб відбувалося тільки на газопроводах великого діаметра (табл. ) з терміном експлуатації від 7 до 24 років.

Табл. Розподіл стрес-корозійних аварій по магістральних газопроводах різних діаметрів протягом 1989-2000 рр

Діаметр газопроводу, мм	1420	1220	1020	820	720
Частка аварій, %	46,74	38,05	13,05	1,08	1,08

Дані щодо Європейських газопроводів (EGIG) за період з 1970 по 2010 рр. свідчать, що механічні пошкодження (зовнішні впливи) є причиною руйнувань у 48,4 % випадків, а дефекти труб і брак у будівельно-монтажних роботах становлять 18 %, зовнішня корозія є основною причиною руйнувань у 16 % випадків. Отже, головною причиною аварій на європейських газопроводах є зовнішні впливи, тоді як у Росії – корозія. Газотранспортна система України аналогічна російській. На сьогодні понад 75 % газопровідної системи України експлуатується понад 20 років. Протягом 2002-2009 років на магістральних газопроводах України відбулося 414 випадків аварійних ситуацій, зокрема 5 аварій і 409 відмов.

Найбільше аварій за останні роки відбулась на магістральному газопроводі "Уренгой – Помари – Ужгород": 11.04.2003 р. на 3736 км ділянці КЗ Дніпро – КС Ставище – КС Іллінці, 07.05.2007 р. на 3737 км ділянці КЗ Дніпро – КС Ставище – КС Іллінці і 06.12.2007 р. на 3854,3 км ділянці КС Іллінці – КС Бар. Результати аналізу цих масштабних аварій гільйотинного типу руйнування засвідчили, що їх основною причиною було утворення виявлених у зламі руйнування в осьовому напрямку труби на відстані до 25 мм від лінії сплавлення повздовжнього зовнішнього шва труби, корозійно-втомних тріщин довжиною 0,6-3,0 м та глибиною 6-12 мм за механізмом корозійного розтріскування під напруженням (стрес-корозії) внаслідок

пошкодження захисного покриття труб, високої корозійної активності ґрунтів та порушення режимів електрохімічного захисту на аварійних ділянках траси.

Такі стрес-корозійні тріщини здебільшого з'являються на зовнішній поверхні труби у вигляді колоній паралельних дрібних порушень суцільності орієнтованих, в основному, вздовж осі труби, які з часом, зливаючись, утворюють магістральну корозійно-втомну тріщину, переважно на відстані до 250 мм від зварного шва. Найчастіше вони виникають у нижній частині газопровідної труби. Залежно від корозійної активності ґрунтового середовища, навколо газопровідної труби спостерігається два типи корозійного розтріскування під напругою (стрес-корозії).

Міжкристалічному розвитку тріщин по товщині стінки труби, тобто її розгалуженню сприяють ґрунти, що містять середовище з високим показником кислотності ( $\text{pH} > 8$ ). Розвиток тріщин за механізмом транскристалічного руйнування через водневе окрихлення відбувається у ґрунтах з нейтральним або кислотним середовищем ( $\text{pH} \leq 8$ ).

Вперше у практиці експлуатації магістральних газопроводів в Україні у квітні 2003 р. на ділянці КС "Ставище" – КС "Іллінці" магістрального газопроводу діаметром 1420 мм "Уренгой – Помари – Ужгород" сталося гільйотинне руйнування, яке, згідно з висновком Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона, відбулося за механізмом корозійного розтріскування під напруженням (стрес-корозії) металу труби внаслідок неконтрольованого розвитку магістральної корозійно-втомної тріщини глибиною 8 мм та довжиною 650мм. Під час ремонтних робіт було замінено понад 80 м газопровідної труби.

Не дивлячись на значні комплексні обстеження магістрального трубопроводу "Уренгой – Помари – Ужгород", проведені після першого руйнування, у травні 2007 р. на 3737 км магістрального газопроводу "Уренгой – Помари – Ужгород" відбулося гільйотинне руйнування близько 40 погонних

метрів лінійної частини трубопроводу зі спалахом газу. Близько 12 м лінійної частини магістрального газопроводу з боку КС "Ставище" було відірвано внаслідок руйнування труби в пришовній зоні кільцевого зварного стику, звернуто в спіраль та відкинуто вибухом на 130 м. Близько 28 погонних метрів лінійної частини магістрального газопроводу з боку КС "Іллінці" було зруйновано по пришовній зоні повздовжнього зварного шва та плоско деформовано. На обох кінцях зруйнованого газопроводу в нижній напівсфері утворилися деформаційні гофри.

Україна має розгалужену мережу сталевих нафтопроводів сумарною протяжністю майже 5000 км, які є об'єктами підвищеної небезпеки з точки зору сучасних екологічних вимог. У разі їх розгерметизації виникають екологічні ризики забруднення довкілля внаслідок витоку нафтопродуктів, масштабних пожеж, вибухів тощо. Наприклад, значна екологічна катастрофа, пов'язана з витоком газу через розгерметизацію магістрального газопроводу Уренгой-Помари-Ужгород та вибух трапилася масштабна пожежа в січні 2021р. в Лубнах під Полтавою, Україна. Одним із негативних чинників, які підвищують екологічні ризики виникнення надзвичайних ситуацій пов'язаних із забрудненням ґрунтів, водойм, атмосферного повітря, є внутрішні корозійні процеси сталевих нафтопроводів.

Загальними питаннями забезпечення безпеки експлуатації, у тому числі екологічної безпеки сталевих нафтопроводів, займалися відомі вітчизняні та закордонні вчені, проте в їх роботах недостатню увагу було приділено саме запобіганню ризиків забруднення довкілля внаслідок внутрішніх та зовнішніх корозійних процесів сталевих нафтопроводів. Розуміння закономірностей таких процесів та їх урахування є науковим підґрунтям розроблення заходів щодо запобігання підвищенню ризиків забруднення довкілля під час їх експлуатації.

Нафтогазопроводи експлуатуються в складному корозійно-агресивному середовищі – ґрунті, умови якого характеризуються

неоднорідністю і визначаються різноманітними чинниками. При цьому на конструкцію діють не лише ґрунтові умови, а й чинники навколишнього середовища: атмосферне повітря, механічне навантаження тощо.

Пошкодження магістральних нафтопроводів викликаються дією двох груп чинників. Перша група пов'язана зі зниженням несучої здатності трубопроводу, друга – зі збільшенням навантажень і впливів. Більшість аварій на нафтопроводах стаються внаслідок зношування труб, через внутрішню і через зовнішню корозію. Аналіз причин відмов нафтопроводів показав, що більше 80% всіх відмов відбулися через корозію металу труб. До того ж зросла загальна кількість відмов, що пов'язано з крадіжками рідкого палива (вандалізм) та загальною зношеністю нафто газотранспортної системи країни.

У місці руйнування металу трубопроводу в пришовній зоні повздовжнього зварного з'єднання виявлено повздовжні корозійно-втомні тріщини, орієнтовані паралельно зварному шву.

Згідно з висновками фахівців інституту проблем міцності, параметри напружено-деформованого стану не були критичними, але вони сприяли руйнуванню газопроводу за умови наявності дефектів у газопровідній трубі. Зміна просторового положення ділянки газопроводу у вертикальній площині була зумовлена надмірним баластуванням газопроводу, а в горизонтальній – вірогідною дією зсувних процесів на схилі прилеглого пагорба.

Описані вище аварії вказують на те, що найбільшу небезпеку для лінійної частини магістральних газопроводів становить стрес-корозійне руйнування металу труби, що знаходився в напруженому стані. Встановлено основні фактори, що сприяють підвищеній схильності металу трубопроводу до стрес-корозійного розтріскування :

а) близькість до компресорної станції (до 25 км), що сприяє підвищенню температури металу труби на виході з компресорної станції до 40 ° С. З підвищенням температури зростають швидкості хімічних і електрохімічних

реакцій у 2-3 рази на кожні 10 ° С, зокрема зростає швидкість деструкції стрічкової ізоляції та швидкість корозії металу труби;

б) використання труб, які за досвідом експлуатації мають підвищену схильність до стрес-корозійного розтріскування (діаметр 1420 мм, товщина стінки 15,7 мм, сталь 470 контрольованої прокатки);

в) використання стрічкового захисного покриття (94,4 %), при використанні якого, за досвідом експлуатації, виявлена найбільша кількість аварій;

г) висока корозійна активність ґрунту – швидкість ґрунтової корозії металу газопроводу досягає 0,38 мм/рік згідно з ДСТУ 4219-2003. Швидкість корозії металу в дефекті захисного покриття при працюючій системі електрохімічного захисту (швидкість залишкової корозії) досягає 0,01 мм/рік;

д) тривалий час експлуатації – більше 23 років;

е) наявність ділянок газопроводу в напружено-деформованому стані, а саме на згинах, опорних частинах і переходах з одного діаметра на інший.

Крім руйнувань газопровідних труб, внаслідок стрес-корозійного розтріскування, були руйнування, зумовлені істотним впливом добових коливань робочого тиску в газопроводах, що у поєднанні з дією експлуатаційного середовища спричинило появу та розвиток тріщиноподібних дефектів у стінках труб за механізмом корозійної втоми. Також варто зауважити, що низьколеговані сталі, що використовуються для будівництва газопроводів, уразливі до корозії. Аналіз розподілу відмов з причин виникнення засвідчує, що 35-40 % руйнувань магістральних газопроводів – за даними українських та російських дослідників – зумовлені зовнішньою (рис2.1 ) та внутрішньою корозією.

Рисунок 2.1. Система корозійних каверн на трубі діаметром 1420 мм магістрального газопроводу "Союз"



Загалом, зовнішнє корозійне руйнування магістральних газопроводів є поширішим, ніж внутрішнє, яке більш характерне для промислових газопроводів, оскільки вони працюють з неочищеним газом, що містить багато сірководню, вологи, вуглекислого газу тощо. Зауважимо, що корозійне руйнування внутрішньої поверхні стінок магістральних газопроводів має дуже небезпечні наслідки. У роботі показано внутрішню поверхню труби в місці зародження тріщини, в газопроводі, який зруйнувався відразу після підвищення експлуатаційного тиску. Руйнування ініційовано у нижній частині труби, ураженої пітинговою корозією.

Аналогічна ситуація спостерігається і на вітчизняних магістральних газопроводах. За статистичними даними, внаслідок внутрішньотрубної діагностики стану магістральних газопроводів України виявляють близько 5000-6000 дефектів на кожні 100 км довжини. Значна частина цих дефектів є недопустимою і потребує ремонту. Дослідження технічного стану 25 %

магістральних газопроводів ПАТ "УКРТРАНСГАЗ" засвідчили, що втрата понад 60 % металу становить 0,9 % від усіх випадків; втрата 41-60 % металу – 5 % випадків, а втрата 20-40 % металу – 45,5 % випадків.

Фахівці фірми "РОЗЕН Юроп Б.В." у 1996-2010 рр. провели діагностику близько 12000 км магістральних газопроводів. Внутрішньотрубна діагностика засвідчила ефективність щодо отримання максимуму інформації про розміщення виявлених у тілі труби дефектів та способу їх усунення. Для прикладу, на ділянці КС "Долина" – КС "Россош" на глибині залягання газопроводу більше 4 м було виявлено небезпечні дефекти з утратою металу понад 60 % по товщині стінки труби. За її результатами виявлено майже 400 аварійно небезпечних дефектів, які було ліквідовано різними методами.

Однак застосування внутрішньотрубної діагностики дає змогу виявити дефекти, які мають розмір 10-15 % товщини стінки труби, тобто в найбільш поширеному сортаменті труб діаметром 1420×18,7 мм, виявляються стрес-корозійні тріщини глибиною понад 2 мм. В той час тріщини з глибиною до 2 мм в таких трубопроводах не виявляються, хоча їх підростання до критичних розмірів може відбутися протягом незначного часового періоду (1,4 років), який є менший, ніж проміжок між плановими діагностичними оглядами.

Таким чином, у процесі тривалої експлуатації на магістральні газопроводи можливий одночасний вплив навантажень, пов'язаних із складним напружено-деформованим станом (навантаження, спричинені дією природних факторів, температурні впливи, тощо), втомних навантажень, зумовлених експлуатаційними факторами (амплітудою зміни робочих тисків, стаціонарними та нестаціонарними процесами), деградаційними процесами, які по-перше, знижуючи захисні властивості ізоляційних полімерно-стрічкових покриттів, сприяють корозійним процесам, а по-друге, призводять до старіння металу в стінках трубопроводів. Сумарна дія перерахованих факторів спричиняє зародження та розвиток тріщиноподібних дефектів і

корозійно-втомних тріщин (див. рис. ), які, поширюючись до критичних розмірів, призводять до їх катастрофічного руйнування.

### **2.3. Вплив аварій нафтогазопроводів на атмосферне повітря**

Атмосферне повітря є невичерпним природним ресурсом, але в окремих регіонах воно зазнає такого антропогенного впливу, що виникає проблема підтримання якісного складу атмосфери. Атмосферне повітря забруднюється шляхом привнесення в нього або утворення в ньому забруднювальних речовин у концентраціях, що перевищують нормативи якості або рівня природного вмісту.

Екологічно безпечний соціально-економічний розвиток країни повинен ґрунтуватися на проведенні належної природоохоронної політики, що забезпечить входження України до загально-європейської системи екологічної безпеки. Особливо тяжка екологічна ситуація складається у великих містах та промислово розвинутих регіонах України, де спостерігаються високі концентрації шкідливих речовин у повітрі. Слід зазначити, що разом з відпрацьованими газами викиди шкідливих речовин саме пересувними джерелами складають третину загального обсягу забруднення атмосфери по Україні.

Сучасні магістральні газопроводи діаметром до 1400 мм з робочим тиском до 10 МПа і довжиною в тисячі кілометрів є вибухопожежонебезпечними, відносний потенціал вибухонебезпеки перевищує 50. Їх руйнування пов'язані з великомасштабними екологічними збитками, в першу чергу через механічні та термічні пошкодження природного ландшафту. Маса викиду природного газу в разі аварій на магістральному газопроводі може перевищити 1100 т. Аварійний викид газу на одному магістральному газопроводі може викликати пошкодження сусідніх газопроводів внаслідок вибухової хвилі [1, 5, 8]. При гільйотинному

руйнуванні магістральних газопроводів одним із основних антропогенних чинників є ударна хвиля, яка утворюється внаслідок вивільненого під тиском транспортованого газу, а також стиснених хвиль, які утворюються під час згорання газового шлейфа з розповсюдженням продуктів згорання.

За результатами теоретичних досліджень [3] встановлені максимальні розміри забруднених зон атмосферного повітря, які не перевищують 250 – 800 м. Зокрема, при руйнуванні трубопроводу діаметром 1420 мм за першим сценарієм, розміри зони забруднення атмосферного повітря не перевищують 250 – 300 м. У випадку реалізації руйнування цього ж трубопроводу за другим сценарієм, коли утворюються два незалежних горизонтальних струменів газу, розміри зони забруднення атмосферного повітря досягають 600-800 м. Однак, у половині випадків під час витікання газу при гільйотинному руйнуванні магістральних газопроводів відбувається загорання газу на місці пошкодження. При цьому масштаби зони загазованості атмосферного повітря зменшуються.

Збитки від забруднення атмосфери визначаються згідно Постанови КМ України №1790 від 31.12.2004 року “Про внесення зміни до Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору”. Виходячи з маси забруднюючих речовин, що розсіюються в атмосфері, всі аварійні викиди вважаються понадлімітними. Маса продуктів згорання природного газу визначають розрахунковим шляхом в залежності від питомих показників, що наведені у таблиці 2.

При аваріях на магістральних трубопроводах виділяється метан, який є парниковим газом і впливає на глобальне потепління. Так, ефект від дії 1 кг метану на часовому горизонті у 20 років еквівалентний потенціалу глобального потепління від 21 кг вуглекислого газу.

Таблиця 2.2 Розрахункова маса продуктів згорання

№№ ч/ч	Шкідлива домішка	Емісія при факельному горінні природного газу, кг/1000 м <sup>3</sup> газу
1	Оксид вуглецю	15,2
2	Оксид азоту	2,4
3	Метан	0,4

Крім того, коли повітря у зоні аварії є надмірно вологим, оксиди вуглецю чи азоту розсіюючись вітром, можуть утворювати кислоти, які випадаючи на землю, знищують рослинність та інші живі організми.

Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосферного повітря та оцінка стану забруднення атмосферного повітря в районі прокладання газопроводу-відводу не проводилися за відсутності джерел утворення та викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря.

Вплив планової діяльності на повітряне середовище, шумовий, ультразвуковий та електромагнітній впливи з урахуванням реалізації передбачених природоохоронних заходів характеризуються як екологічно допустимі.

При роботі нафтопроводу в звичайному режимі вплив на навколишнє середовище мінімально. При нормальному режимі експлуатація в основному відбувається забруднення атмосферного повітря (випаровування при зберіганні нафти в резервуарах, операції на перекачуванні станціях). При аварійних ситуаціях просторові масштаби та інтенсивність взаємодії багатократно виростають.

При аварійних ситуаціях найбільш токсичними і шкідливими компонентами викидів є оксид вуглеводу, окиснення азоту, вуглеводи і

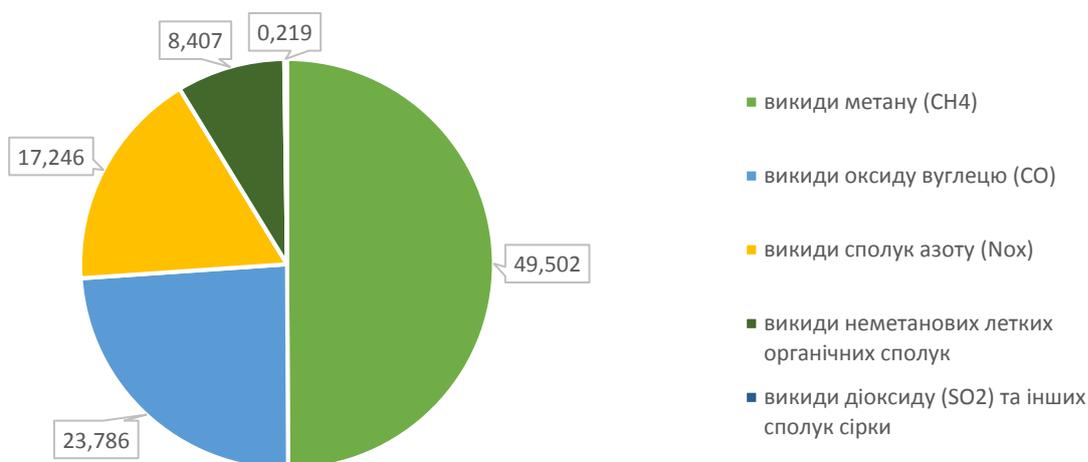
технічний вуглевод, які можуть довготривало знаходитися в атмосферному повітрі.

Розсіювання цих токсичних речовин в атмосфері в умовах надмірної вологи в повітрі (дощ, туман) супроводжується утворенням так званих «кислотних дощів», які надзвичайно нагнітаючи діють на фітоценози, гідробіоти, деякі види центрових риб й інші елементи навколишнього середовища.

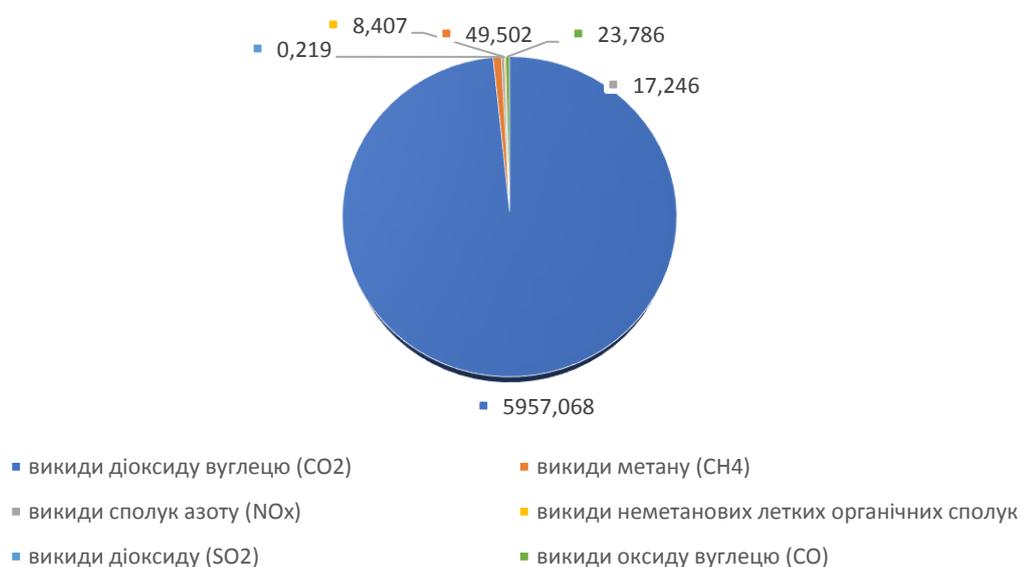
За даними статистичної звітності у 2019 році підприємствами Групи Нафтогаз викинуто в атмосферне повітря забруднюючих речовин без урахування діоксиду вуглецю 100,6 тис. тонн (для порівняння 2018 рік - 124,8 тис. тонн), у тому числі:

- АТ “Укртрансгаз” - 48,4 тис. тонн (2018 рік - 48,0 тис. тонн),
- АТ “Укргазвидобування” - 38,5 тис. тонн (2018 рік - 42,9 тис. тонн),
- ПАТ “УКРНАФТА” – 18,1 тис. тонн (2018 рік - 31,0 тис. тонн).

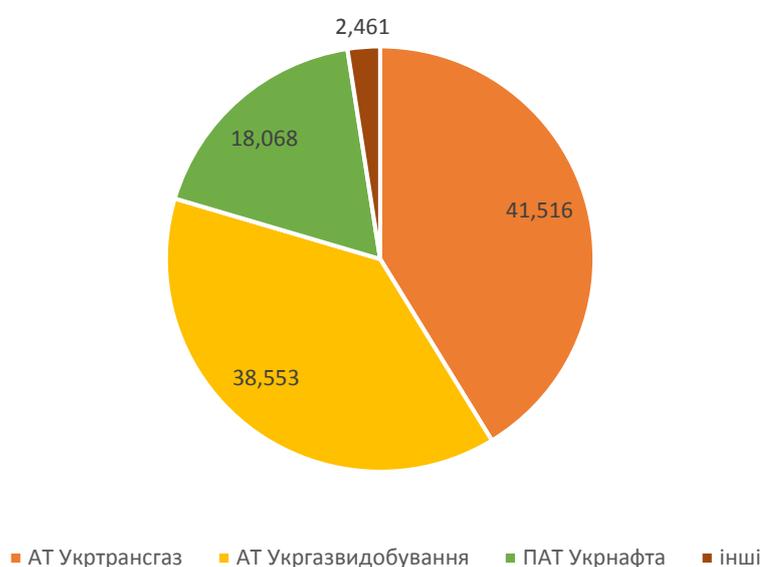
Діаграма 2.1. Структура викидів забруднюючих речовин та парникових газів в атмосферне повітря без діоксиду вуглецю (CO<sub>2</sub>), тис. тонн



Діаграма 2.2. Структура викидів забруднюючих речовин та парникових газів в атмосферне повітря з урахуванням діоксиду вуглецю (CO<sub>2</sub>) у 2020 році, тис.тонн



Діаграма 2.3. Внесок підприємств Групи Нафтогаз у забруднення атмосферного повітря 2020 році, тис.тонн



Крім того, у 2019 році в атмосферне повітря викинуто 5957,1 тис. тонн діоксиду вуглецю (для порівняння за 2018 рік - 6058,9 тис. тонн), у тому числі:

- АТ “Укртрансгаз” – 3753,9 тис. тонн (2018 рік - 3707,9 тис. тонн),
- АТ “Укргазвидобування” – 1676,6 тис. тонн, (2018 рік - 1715,2 тис. тонн),
- ПАТ “УКРНАФТА” - 522,5 тис. тонн (2018 рік - 631,1 тис. тонн).

У 2019 році підприємствами Групи Нафтогаз викинуто в атмосферне повітря 6006,8 тис. тонн парникових азів (для порівняння за 2018 рік - 6114,9 тис. тонн), у тому числі:

- діоксиду вуглецю – 5957,1 тис. тонн (2018 рік - 6058,9 тис. тонн),
- метану – 49,5 тис. тонн (2018 рік - 55,7 тис. тонн),
- оксиду азоту – 0,2 тис. тонн (2018 рік - 0,3 тис. тонн).

#### 2.4. Вплив аварій нафтогазопроводів на ґрунти, рослинний та тваринний світ

Газопровід-відвід прокладений підземно, в основному паралельно рельєфу місцевості, на глибині не менше 1,1 м до поверхні труби.

Упродовж 2019 року АТ “Укргазвидобування” здійснило аудит територій своєї діяльності задля встановлення місцевостей, що потенційно мають високе біорізноманіття видів. В якості таких місцевостей попередньо враховано: луки та водно-болотні угіддя, нерозорані степові ділянки (різнотрав’я) та ліси різного складу. Для ревізії територій було задіяно матеріали дистанційного зондування Землі, які вироблено в рамках міжнародної дослідницької програми Copernicus (Європейська космічна агенція). В межах ліцензійних ділянок АТ «Укргазвидобування» означені типи місцевостей займають 38,27% загальної площі. Порушені внаслідок діяльності людини місцевості (орні землі та забудована територія) складають загалом 61,42% від загальної площі територій діяльності АТ «Укргазвидобування». Відсотковий склад типів земельного покриву згідно класифікації Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН в межах територій діяльності АТ «Укргазвидобування» представлено на рисунку нижче.

Нафтогазовидобувні управління “Охтирканафтогаз” та “Полтаванафтогаз” ПАТ “Укрнафта” здійснюють поточне землекористування на землях, прилеглих до території гідрологічного заказника загальнодержавного значення “Андріяшівсько-Гудимівський”. Щорічно

незалежною організацією проводиться природоохоронний біологічний та гідробіологічний моніторинг лісових, лучних та водних екосистем на території Андріяшівського газоконденсатного родовища ПАТ “Укрнафта”, що межує з Андріяшівсько-Гудимським гідрологічним заказником (тип екосистеми – прісноводна, площа – 25 кв.км.). Досліджується вплив технологічних об'єктів нафтогазовидобування на флору і фауну на території родовища. Відповідно до результатів моніторингу у 2019 році негативний вплив нафтогазовидобувної інфраструктури на стан лісових, лучних та водно-болотних екосистем не виявлений.

У 2020 році ПАТ “Укртрансгаз” продовжував реконструкцію магістрального трубопроводу “Уренгой-Помари-Ужгород”. Роботи з реконструкції магістрального трубопроводу супроводжувалися консультаційними послугами з управління біоресурсами та збору інформації для переходу через водні перешкоди. При оцінці стану біоресурсів та антропогенного впливу на водні об'єкти спиралися на комплекс нормативних природоохоронних документів регіонального, загальноукраїнського та міжнародного рівнів. За дотримання всіх рекомендованих вимог та заходів ремонт магістрального газопроводу “Уренгой- Помари- Ужгород” не буде мати негативного впливу на стан біорізноманіття.

По своєму характеру техногенний вплив нафтопроводів на всі компоненти природи є комплексним, оскільки зачіпає біохімічні процеси, які відбуваються в атмосфері, ґрунті та водоймах. В період аварій концентрація нафтопродуктів досягає 200-300 мг/л. В середньому при одному прориві нафтопроводу витікає 2 т нафти, забруднюючи 1000 м<sup>3</sup> ґрунту. Середньорічна екологічна шкода на одну відмову магістрального нафтопроводу, оцінюваний за десятирічний період спостережень:

а) забруднення нафтою сільськогосподарських земель – 4 га;

б) потрапляння нафти в водойми, які мають транспортне і промислове значення – 350 м.

При будівництві та експлуатації магістральних нафтопроводів виникає високий рівень шуму, значно перевищуючи санітарні норми, що складає несприятливі умови для персоналу і для жителів найближчих районів, а також для життя диких тварин, риб та пташок.

Експлуатація газопроводу «Шебелинка-Полтава-Київ» не матиме негативного впливу на основні елементи структурно-тектонічної будови, не порушить геоморфологічних особливостей, не матиме негативних ендегенних і екзогенних наслідків.

За умови суворого дотримання технологічного регламенту, експлуатація газопроводу-відводу від УППГ «Олефірівка» до магістрального газопроводу «Шебелинка-Полтава-Київ» не спричиняє вплив на стан ґрунтів у районі його розташування.

Таким чином, вплив на водне середовище може характеризуватися як екологічно допустимий.

На території розташування газопроводу-відводу від УППГ «Олефірівка» до магістрального газопроводу «Шебелинка-Полтава-Київ» та в районі його впливу природні рослинні і тваринні угруповання відсутні. За межами території газопроводу-відводу поширеними є штучні рослинні угруповання. Поблизу газопроводу-відводу відсутні ареали поширення цінних або рідкісних рослинних і тваринних угруповань. В результаті діяльності газопроводу-відводу не відбувається зміни кількісного і видового складу природних рослинних і тваринних угруповань. Діяльність газопроводу-відводу не призводить до погіршення умов проживання та міграції диких тварин.

На території розташування об'єкту об'єкти, території природно-заповідного фонду та території перспективні для заповідання (зарезервовані з

цією метою) відсутні. В цілому, діяльність газопроводу-відводу не справляє впливу на стан флори і фауни в районі його розташування.

Нафтові забруднення є причиною пригнічення та деградація чи повної загибелі рослинності, спрощення структури і зубожіння видового складу, неприємних перебудов генофонда популяцій. Експериментально встановлено, що при складі в верхніх горизонтах ґрунту нафти в діапазоні 10-40% пригнічення деревостоя і підросту може складати 30-90%, і навіть через 15 років після забруднення продовжує процес відмирання деревостоя. При складі в органічному горизонті більше 40% нафти відбувається повна загибель рослинності через 2-3 роки після виливу, причому основна її частина відмирає вже в перший рік.

В умовах жорстокого антропогенного впливу потрібен глибокий аналіз ролі і впливу ґрунтового шару на ту частину біосфери, яка відрізняється високою геохімічною активністю.

Для оцінки стану ґрунту може бути використана система показників, які включають як хімічний так і біологічний стан ґрунту.

У світі ж найбільші катастрофи трапляються в результаті морських аварій. Так, щорічно в воду потрапляє близько 1,5 млн кубометрів нафти нафтопродуктів, гинуть птахи, риби, а іноді і люди. Такі катастрофи важко усувати. Преса, уряди і міжнародні організації приділяють їм більше уваги.

Однак сьогодні поговоримо про найбільших за останні 20 років прорив нафтопроводів та їх наслідки. Адже, здавалося б, не настільки значні, вони завдають не менше згубний удар по екології і економіці нафтовидобувних країн. Велика екологічна катастрофа, пов'язана з аварією на нафтопроводі АТ «Комінефті», сталася в серпні 1994 р. в Усинском районі Республіки Комі. В результаті появи на трубопроводі маленьких дірочок, так званих свищів, стався масовий витік нафти. За різними даними, втрата склала від 102 000 до 576 000 барелів сирої нафти. Точних даних про площі забрудненої поверхні

немає, але цифри коливаються від 69 до 115 га. Ця катастрофа виявилася найбільшою за останні 20 років не тільки на території Комі, а й в масштабах всієї країни

## 2.5. Вплив аварій нафтогазопроводів на водні об'єкти

Експлуатація газопроводу не потребує постійної присутності обслуговуючого персоналу. Тому при експлуатації газопроводу-відводу від УППГ «Олефірівка» до магістрального газопроводу «Шебелинка-Полтава-Київ» водопостачання та водовідведення не передбачається. Використання води на технологічні потреби при експлуатації газопроводу не передбачається.

Газопровід-відвід від УППГ «Олефірівка» до магістрального газопроводу «Шебелинка-Полтава-Київ» перетинає два водні об'єкти: водний канал на км 3,43 та річку Псел на км 5,516-5,561.

Порушення гідрологічних і гідрогеологічних параметрів водних об'єктів і територій у зонах впливів діяльності, впливи на поверхневі і підземні води пріоритетних та специфічних забруднюючих речовин, що надходять у водне середовище при скидах стічних вод відсутні, оскільки технологічного скиду немає, а також відсутністю факторів забруднення поверхневих зливових вод від об'єкту.

Комплекс заходів та технологічний процес на об'єкті повністю виключає порушення гідродинамічного режиму, забезпечує відсутність впливу на поверхневі і підземні водні ресурси, порушення стану водних об'єктів. Таким чином, вплив на водне середовище може характеризуватися як екологічно допустимий.

Супутньо-пластові води, які видобуваються разом з вуглеводнями, поверталися в підземні горизонти через нагнітальні свердловини системи підтримання пластового тиску або в поглинальні свердловини за окремими проектами згідно вимог чинного законодавства. Використання цього методу значно знижує негативний вплив на поверхневі водні об'єкти, ґрунтові води,

частково відновлює природні умови ділянок надр, які надані у користування для видобутку нафти та газу, забезпечує збереження земельних угідь.

Підприємства Групи Нафтогаз своєчасно проводять періодичний фізико-хімічний, бактеріологічний та радіаційний контроль якості питної води на відповідність встановленим санітарним нормам, а також щоквартальний контроль стічних вод, які скидаються у водні об'єкти після очисних споруд підприємствами Компанії, на відповідність встановленим нормативам граничнодопустимих скидів (ГДС). У скидах зворотних вод після очисних споруд відсутні перевищення нормативів, встановлених у відповідних ГДС. Контроль проводиться із залученням акредитованих лабораторій.

Так, АТ “Укртранснафта” здійснює забір води та скид зворотних вод у навколишнє середовище на підставі 18 чинних дозволів на спеціальне водокористування. У господарській діяльності товариством використовується вода з підземних, поверхневих водозаборів та водопровідних мереж. Підрозділами товариства проводиться контроль якості питної води на відповідність встановленим санітарним нормам, а також щоквартальний контроль стічних вод, які скидаються у водні об'єкти після очисних споруд на відповідність встановленим нормативам гранично допустимих скидів (ГДС). У скидах зворотних вод після очисних споруд відсутні перевищення нормативів, встановлених у відповідних ГДС.

У 2019 році АТ “Укргазвидобування” спільно з МІ Swaco (Schlumberger) здійснювало заходи щодо впровадження нових технологій очищення зворотних водних розчинів при бурінні свердловин з метою збільшення об'ємів їх повторного використання та заощадження водних ресурсів. Супутньо-пластові води, які видобуваються разом з вуглеводнями, поверталися в підземні горизонти через поглинальні свердловини за окремими проектами згідно вимог чинного законодавства. Використання цього методу значно знижує негативний вплив на поверхневі водні об'єкти, ґрунтові води, частково відновлює природні умови ділянок надр, які надані у користування

для видобутку газу, забезпечує збереження земельних угідь. Філії АТ “Укргазвидобування” своєчасно проводять періодичний фізико-хімічний, бактеріологічний та радіаційний контроль якості питної води на відповідність встановленим санітарним нормам, а також щоквартальний контроль стічних вод, які скидаються у водні об’єкти після очисних споруд на відповідність встановленим нормативам граничнодопустимих скидів (ГДС). Лабораторний контроль фізико-хімічних показників стічних вод здійснюється із залученням акредитованих лабораторій.

Нафта яка потрапила в водойми і водотоки осідає на дно, заражаючи осади на дні, що приводить до специфічному складу донних відкладів. Значно збільшується склад органічного вуглеводу: в середньому до 7-10%, а в окремих випадках до 30-60%. Збільшення органічних колоїдів приводить до змін механічного складу донних субстратів, їх текстури і структури.

Осідаюча на дно нафта і сорбування донними відкладами бітумні речовини часто опиняються захороненні, що збільшує тривалість процесів природнього самоочищення річок внаслідок погіршення в захороненому шарі і розвитку в ньому глейових, а часто і глиєво-сірководневих процесів.

Нафтові вуглеводні в процесі міграції частково випаровуються з поверхні води. При низьких температурах, притому випаровування нафти з водної поверхні, так само як і інші процеси самоочищення водойми, послаблені.

При аваріях внутрішньопромислових трубопроводів, які транспортують добувану рідину, яка містить до 95% високомінералізованої води, в більшості випадків відбувається засолення земель, які призводять до загибелі всієї рослинності і неможливості її відновлення до вимивання солей ливневими і зовнішніми водами. А змивання цих солей в водойми призводить до їх інтенсивному засоленні, в результаті чого мінералізація вод в малих річках і джерелах виростає в тисячі раз.

Щорічно відбуваються аварії, які супроводжуються викидами нафти, в тому числі в водойми, до того ж їх число щорічно збільшується, а значна частина інцидентів приховується від обліку.

Максимальна кількість нафтопродуктів спостерігається навесні, коли з площ водозабору надходять забруднені нафтопродуктами води. Зазвичай в незабруднених річних водах кількість природніх вуглеводів знаходиться в межах від 0,01 до 0,2 мг/дм<sup>3</sup>, для водойм рибогосподарського призначення ГДК нафтопродуктів складає 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Характер розподілу нафтопродуктів і природніх вуглеводів по вертикалі і акваторії річок дуже складний і непостійний.

Забруднення водних об'єктів нафтопродуктами неминуче призводить до деградації водних і донних екосистем. Забруднення річок відображається на їх мешканців. Вуглеводні проникають в м'язову тканину, внутрішні органи і особливу інку риб, що робить їх небезпечними для людини.

Сильне забруднення води солями і нафтопродуктами, яке за порівнянням з ріками ускладняються непроточністю чи слабкою проточністю більшості озер, призвело до зменшення рибопродуктивності водойм майже на порядок. Значна частина озер взагалі утратила іхтиофауну внаслідок їх забруднення. Найбільш небезпечним видом впливу для риб є забруднення водотоків нафтопродуктами, наслідками якого є мутагенство, тератогенства, ембріотоксичність. Ці аспекти впливу нафти виявляють серйозний модифікуючий і трансформуючий вплив на популярних риб.

Окрім нафти у водойми потрапляють різні хімреагенти, які використовуються при видобутку і транспортування нафти. Основну частину нафтопромислових стоків складають пластові води, які характеризуються високою мінералізацією, наявністю зважених речовин, бром, йоду, залізу і тд.

В стоках від підготовки нафти складається до 10 г/л нафтових вуглеводнів, до 8 г/л деомульгаторів, до 1,5 г/л сульфатів, до 45 мг/л закисного заліза.

Наступним по значенню джерелом забруднення поверхневих і ґрунтових вод нафтою і хімічними речовинами, які застосовуються в бурінні, є не ліквідованими після завершення буріння свердловин земляні амбари які утворюють на території кустових основ для захоронення відходів буріння. Окрім вибуреної породи і хімічних реагентів, які застосовуються для буріння свердловин, амбари містять нафту, які використовуються в якості смазуючої добавки до бурового розчину. В подальшому не ліквідовані амбари, як правило, використовуються в якості стокових ям, в які без всякого контролю скидають нафту і різного роду реагенти при аваріях і ремонтах свердловин. В порушенні технології при будівництві амбарів і проникаючих шунтах не влаштовується положення гідроізоляція дна і стінок амбарів, в результаті чого склад амбарів проникає в ґрунт і ґрунтові води, забруднюючи їх.

В результаті аварійного потрапляння на ґрунт нафта, залишаючись на місці розливу, постійно просочується в ґрунтові води і створює погрозу забруднення нафтопродуктами підземними водоносними горизонтами, які є джерелом водозабезпечення населених пунктів.

Нафта яка потрапила у водойм, втрачає легкі фракції внаслідок вивітрювання, поступає на дно, де в умовах дефіциту кисню залишається на довготривалий час, піддаючись надзвичайно повільному розкладанню. Затонувша і захоронена в насипах ґрунту нафта стає постійним джерелом забруднення ґрунтових вод і поверхневих водойм.

Нафта і супутні стають сильними токсинами для водних організмів. В водах також відмічається підвищений склад фенолу, нітратів, нітритів сполук міді, цинку, марганцю, залізу та інших хімічних елементів.

## ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 2

Нафтогазова промисловість є однією із провідних в Полтавському регіоні і Україні в цілому. Зокрема транспортування вуглеводнів магістральними трубопроводами чинить вплив на природне середовище.

Магістральні трубопроводи відносяться до категорії об'єктів, експлуатація яких поєднується зі значною екологічною небезпекою. Численні аварії на технологічних трубопроводах, що транспортують пожежо- та вибухонебезпечні продукти. Екологічна безпека магістральних трубопроводів залежить від ґрунтово-кліматичних умов їх експлуатації. Основною причиною, що викликає порушення екологічної рівноваги під час руйнування магістральних нафтогазопроводів, є агресивне середовище трубопровідного простору, яке впливає на метал труби в місцях порушення ізоляції.

Під час спорудження та експлуатації лінійних інженерних споруд (доріг, трубопроводів, ліній електропередач і зв'язку, а також інших лінійних інженерних споруд) спеціально уповноважені органи виконавчої влади в галузі охорони земель здійснюють постійний контроль за станом ґрунтового покриву на цих та прилеглих до них земельних ділянках. Наявні загрози працездатності об'єктів трубопровідного транспорту, особливо лінійних, що мають протяжні ділянки, контроль за станом яких доволі складно й дорого забезпечувати, змушують звертати увагу на нові методи контролю та моніторингу. До переліку завдань діагностики й моніторингу об'єктів трубопровідного транспорту належить екологічний моніторинг об'єктів.

Розміщення об'єктів, які справляють негативний вплив на екологічний стан і якість земельних ресурсів, проводиться з урахуванням результатів інтегральної оцінки цього впливу й розробки відповідних заходів щодо запобігання небезпечним екологічним і санітарно-гігієнічним наслідкам та щодо раціонального використання й охорони земель лише після проведення державної інспекції.

## РОЗДІЛ III. АНАЛІЗ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА АВАРІЙНІСТЬ НАФТОГАЗОПРОВІДІВ

### 3.1 Аналіз динаміки зміни температури повітря

Клімат є одним з найважливіших чинників, які визначають діяльність природних систем і має значний вплив на розвиток техногенних систем.

Найбільш несприятливими гідрометеорологічними умовами для виникнення аварійних ситуацій є:

- у весняний період – танення снігу, коли болота ще не відтанули і поверхнева вода, яка виникає в результаті танення снігу, заливає болота і переповнює ріки – починається зсув льоду і починається весняне повноводдя

Територія Полтавської області відноситься до помірної кліматичної поясу, крайньої південної частини Атлантико-континентальної помірно-вологої помірно-теплої кліматичної зони (рис. 3.1).



Рис. 3.1 Кліматичні пояси України

Характер клімату зумовлюється комплексом чинників (факторів), основи яких включають:

- 1) Сонячне випромінювання (радіація);

- 2) Характер циркуляції повітряних мас;
- 3) Близькість великих водних мас (океанів, морів)
- 4) Висота території над рівнем моря;
- 5) Тип (характер) підстилаючої поверхні

З урахуванням характеру цих чинників, клімат зони можна охарактеризувати як помірно-континентальний.

Середньорічна температура повітря в межах зони коливається від  $+6,5^{\circ}\text{C}$  на північному сході – до  $+8,3^{\circ}\text{C}$  на південному заході. Найхолодніший зимових місяць – січень. Середньомісячна температура січня місяця складає  $5,3 - 7,2^{\circ}\text{C}$  морозу. Найнижча температура повітря відбувається при потраплянні в широти арктичного повітря. Абсолютно найнижча температура повітря зони -  $38^{\circ}\text{C}$ . В холодні зими середня місячна температура повітря в січні-лютому досягала  $15-17^{\circ}\text{C}$  морозу. Температурний режим зони в осінньо-морозний часобумовлює тривалість опалювального сезону в сільських та міських поселеннях. Початок та кінець опалювального сезону зумовлюється переходом середньої добової температури через  $+8^{\circ}\text{C}$ . В Полтаві опалювальний сезон починається з 13 жовтня і триває по 16 квітня (тривалість 187 днів). На рис. 3.2 проілюстрована середньорічна температура повітря у Полтавській області.

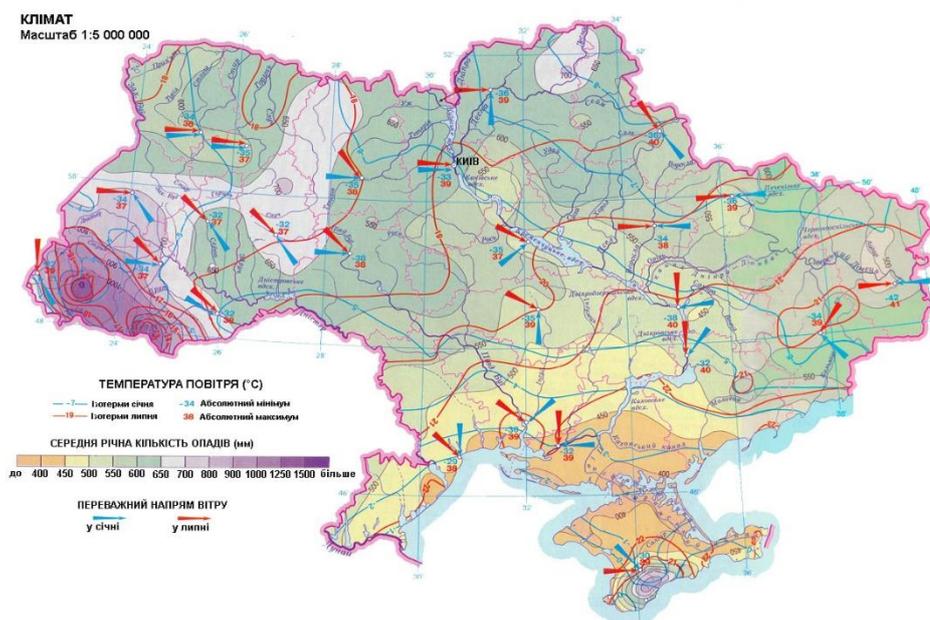


Рис. 3.2 Температура повітря в січні та липні

Найтепліший місяць року – липень. Середня температура липня 19,8-21,6<sup>0</sup>С тепла. Рекордні показники абсолютних максимумів температури повітря у липні сягали 37<sup>0</sup>С, 40<sup>0</sup>С, а в зимовий період – 10-13<sup>0</sup>С тепла.

До загрозових метеорологічних явищ відносять температуру повітря, що має значення вище 25<sup>0</sup>С. Високі температури повітря в посушливі періоди спонукають виникненню лісових пожеж (рис.3.3). Найбільш загрозові вони для сільського господарства при відсутності опадів з низькою вологістю та вітрами в час вегетації сільськогосподарських культур. Максимальна автотологія високих температур повітря припадає на липень при стаціонарних антициклонах, коли середня місячна температура повітря може досягати 24-25<sup>0</sup>С тепла.

Середнє найбільше значення температури повітря за рік складає 10,8-13<sup>0</sup>С тепла, а в січні -2,4-4,4<sup>0</sup>С морозу, в липні 25,6-28<sup>0</sup>С.

Повітряні маси мають свої специфічні фізичні характеристики. Під час зіткнення повітряних мас спостерігається їх взаємний обмін теплом і вологою та ще крім того важливий процес, а саме утворення атмосферних завихрень – циклонів і антициклонів. З циклонами пов'язують нестійку хмарну погоду з опадами; з антициклонами – стійку безхмарну сонячну погоду. Погода циклонічного типу встановлюється, під час надходження вологих атлантичних мас повітря. Впродовж року повз територію області приходить близько 45 і більше циклонів. Через Середземне море і захід Чорного моря повз територію області приходять південно-західні циклони; з Атлантичного океану – західні циклони; з Балтики і Скандинавії – північно-західні циклони. Деколи циклони прибувають з півночі та південного сходу Чорного моря. Циклонічний типаж погоди утримується в Полтавській області переважно 135 днів на рік. Впродовж року область відчуває вплив 35-36 антициклонів. Погода антициклонічного типу витримується в області впродовж 230 днів на рік. Загалом в області переважають західні переноси повітряних мас.

Найбільш помітні циркуляційні фактори клімату в холодний період року це пов'язано зі зменшенням впливу сонячної радіації та посиленням

циклонічної діяльності. За звичай холодний період року (зима) починається з надходженням арктичного холодного повітря з півночі або з поширенням східного континентального антициклону (Сибірського). Вплив континентального антициклону змінюється, що впливає на циклонічність Атлантики, що зимою призводить до виникнення відлиг, ожеледі, туманів, опадів.

Зниження температури повітря восени зазвичай відбувається поступово. Перехід середньодобової температури через позначку  $10^{\circ}\text{C}$  співвідноситься із закінченням активної вегетації рослин (1 жовтня на півночі, 8 жовтня – на півдні області). З переходом середньодобової температури повітря через позначку  $+5^{\circ}\text{C}$ , що відбувається наприкінці жовтня (в області з 24 до 31 жовтня; у Полтаві 26 жовтня). Після даного періоду вегетація рослин зупиняється зовсім. В третій половині листопада (21.11), перехід середньодобової температури повітря через позначку  $0^{\circ}\text{C}$  свідчить про метеорологічну осінь. У місті Полтава осінній сезон складає 68 днів і є більш тривалим і теплішим ніж весна. В середньому переважна кількість опадів 42 мм випадає в жовтні.

Короткотривалі зміни в погоді впливають на фізіологічний стан населення, що в основному проявляється лімітуванням режиму праці, комфортними умовами відпочинку, впливає на самопочуття, захворюваність і навіть смертність. До таких змін відносять високі і низькі температури повітря, різке коливання атмосферного тиску, хуртовини (у Полтаві 29 днів/рік), заморозки, ожеледь (10 днів), тумани (60-62 дні), суховійні явища (10 днів), пилові бурі (1 день), град (6 днів), сильні вітри (15 днів), посушливі дні (50 за теплий сезон), зливи тощо.

Протягом року в Полтавській області створюються умови для утворення, високої ( $+25^{\circ}\text{C}$  і вище) і низької ( $-10^{\circ}\text{C}$  і нижче) температури атмосферного повітря. Влітку високі температури повітря не рідко обумовлюються антициклональним режимом погоди; взимку низькі температури спричиненні вторгненням арктичного повітря або поширенням сибірського антициклону. В

засушливі періоди утворюються умови для поширення суховіїв, пилових бурь, лісових пожеж. Під впливом високих та низьких температур повітря знищуються посіви, насадження, в енергетичному господарстві та залізничному транспорті виходить з ладу обладнання, на автомагістралях і лініях зв'язку руйнуються матеріали. В холодний період року (взимку), що супроводжується низькою кількістю опадів та поширенням арктичних повітряних мас після відлиг (до 35-40 днів за холодний період), спостерігаються несприятливі умови для озимих культур. В наслідок відлиг морозостійкість озимих знижується, а пониження температури повітря і ґрунту в результаті призводить до їх загибелі.

Небезпечним також є і глибоке промерзання ґрунту. У Полтаві даний показник в середньому складає 66 см.

Заморозки найбільш небезпечними є в перехідні пори року (весну й осінь). Пізні весняні заморозки під час цвітіння садів або сходження теплолюбних культур і розсади призводять до суттєвих втрат в сільськогосподарській області. Найбільша кількість заморозків в Україні викликані радіаційним вихолоджування земної поверхні вночі. Переважно на 21-26 квітня припадають останні весняні заморозки в Полтавській області; перший осінній заморозок – 2-11 жовтня. Період без низьких температур на Полтавщині триває майже 160-170 днів (найменше 114 днів, найбільше – 229 днів). Спостереження підтверджують, що у долинах річок період без низьких температур на 25-40 днів менший, ніж на вододільних рівнинах.

### **3.2 Вплив відносної вологості повітря та ґрунту на аварійність нафтогазопроводів**

Магістральні газопроводи експлуатуються в природніх умовах, головним чином під землею, тому вони піддаються впливу підземної корозії, яка значною мірою визначається ґрунтовою корозією. Щорічно втрати металу

внаслідок грантової корозії досягають 4%. Ґрунтові умови в яких експлуатуються підземні споруди, досить неоднакові.

Швидкість корозії залежно від багатьох факторів постійно змінюється, що зумовлює постійну необхідність визначення корозійної активності ґрунтів. Оскільки хімічні і фізичні аналізи ґрунтів є достатньо трудомісткими, економічно і технічно не вигідними, існує та розробляються багато методів визначення корозійності ґрунтів, які у більшості випадків засновуються на питомому опорі ґрунту

Ґрунтовий покрив Полтавської області, зокрема і тип ґрунтів, зумовлений помірним континентальним кліматом, лісовою та степовою рослинністю, різноманітністю рельєфу, ґрунтового зволоження та має територіальні відмінності, що дає підстави виділити в області 4 ґрунтово-кліматичні зони.

Процеси постачання природного газу супроводжуються значними його втратами. У зв'язку з цим комплексна проблема мінімізації втрат і підвищення ефективності використання енергоносіїв є вельми актуальною і її вирішення дасть змогу зекономити значні кошти, які можна буде спрямувати на забезпечення безперебійності і надійності постачання газу споживачу, підтримку належного функціонування газотранспортної системи загалом.

Внаслідок експлуатації нафтогазопроводів України понад 25 років зростає ризик розвитку аварійно-небезпечних дефектів на трубопроводі, що негативно впливає на екологічну безпеку експлуатації трубопроводів. Це істотно підвищує екологічні ризики подальшої експлуатації таких конструкцій та актуалізує проблему оцінення їхнього залишкового ресурсу.

Середню корозійність мають бідні чорноземи, солончакові і вапнякові ґрунти, що також наявні на Полтавщині, але у меншій мірі. Розглянувши лише типи ґрунтів, видно, що на Полтавщині є умови для розвитку й протікання

корозійних процесів на нафтопроводах. Це зумовлює необхідність проведення досліджень корозійної активності ґрунтів області.

Механічний (гранулометричний) склад ґрунту – це відсоткове співвідношення твердих частинок (механічних елементів) різного розміру: фракцій фізичної глини (механічних елементів  $< 0,01$  мм) і фізичного піску (механічних елементів  $> 0,01$  мм). Механічний склад ґрунту має важливе значення в ґрунтоутворенні, формуванні родючості ґрунту (накопиченні гумусу) та відображує мінеральний склад ґрунту. Від механічного складу залежать водні (величина вологості), теплові, повітряні, хімічні (зумовлює окислювально-відновлювальні умови) та інші властивості ґрунту.

Тверді частинки ґрунту, хоч і не приймають безпосередньої участі в корозійному процесі, але справляють вплив, на інші параметри, такі як пористість, доступ до металу повітря, вологи і розчинів електролітів, здатність утримувати вологу і водорозчинні солі, характер контакту з поверхнею металу, тобто визначають швидкість і характер корозійних процесів і руйнувань.

Корозійна агресивність ґрунту залежить від багатьох факторів: вологість, аерація, пористість, рН, наявність розчинених солей, електропровідність.

Ґрунтова вода, розчиняючи солі, утворює електроліт. Волога є саме тим електролітом, який при контакті з металом забезпечує протікання процесів корозії. Значить, без вологи корозійний процес не можливий. Ґрунти являють собою капілярно-пористі, часто колоїдні системи, пори яких заповнені повітрям і вологою. Так, за формою зв'язку води з ґрунтом розрізняють хімічно-зв'язану, фізично-зв'язану і вільну воду.

Зазвичай глини над нафтопроводом є водоізоляційним шаром. Шар глини безпосередньо під нафтопроводом, на пропускаючи воду, створює умови для збирання води і підвищеної вологості. Оскільки нафтопроводи зазвичай

прокладають на глибині не більше 2 м, і лише на найкоротших ділянках – на дещо більшу глибину, оточуючий їх ґрунт буває достатньо зволожений.

Так як водопроникні шари зазвичай знаходяться нижче рівня нафтопроводів, то на вологість, оточуючого трубу, ґрунту починає впливати не лише водопроникність, а й вологоємність – здатність ґрунту утримувати у собі воду. Вимірюється відсотками вологи, яку ґрунт здатний утримувати відносно ваги сухого ґрунту. Залежить від розмірів частинок ґрунту: для супіску в середньому – 25-30 %, для суглинку – 35-45 %, для глини – до 70 %.

Вологість ґрунту може залежати і від водопід'ємності, тобто від здатності ґрунту піднімати воду знизу вгору. Висота підймання є більшою, чим тонші капіляри, тому для глини висота буде більшою, ніж для інших видів ґрунтів. Водопід'ємна здатність забезпечує вологість ґрунту, що оточує нафтопровід, в тому випадку, коли водоносний шар лежить нижче нього.

Для поверхневих шарів ґрунту, в яких зазвичай лежать підземні нафтопроводи, також є важливим випаровуюча здатність ґрунту, тобто швидкість висихання верхнього шару ґрунту, яка залежить від температури і насиченості атмосферного повітря водяною парою. Чим більша випаровуюча здатність, тим більшим буде потік води, що проходить по капілярам з нижніх шарів ґрунту повз нафтопровід до поверхні.

Вплив вологості на швидкість корозії значний. Перераховані характеристики можуть створювати різні умови для розвитку корозії на нафтопроводі. Так, в абсолютно сухих ґрунтах корозії не повинно бути через відсутність електроліту, необхідного для створення корозійних елементів. Однак, навіть фізично-зв'язана вода, яка завжди присутня в ґрунті, забезпечує виникнення корозійного процесу.

При мінімальній вологості ґрунту швидкість корозії невелика. З підвищенням вологи до 10-12 % швидкість корозії зростає внаслідок збільшення інтенсивності роботи корозійних елементів, зменшення їх опору і

збільшення їх розміру. Гранична вологість, що забезпечує максимальну швидкість корозії, залежить від природи ґрунту: для глин і суглинків – близько 10-12 %, для піску – трохи нижче.

Загалом, виділяють 5 зон, пов'язаних із залежністю характеру корозії від вологості ґрунту. Наведені вони на рис. 3.2, на якому представлена і карта Полтавщини з цими зонами. Для її побудови було використано такі значення вологості: для піску – 4-10 %, для легкого і середнього суглинку – 18-27 %, для важкого суглинку – 23-40 %, для торфу – 86-94%.

Актуальність вивчення впливу рН на особливості корозійно-механічних процесів зумовлена тим, що в Україні, де проходить значна частина стратегічно важливих трубопроводів, поширені кислі ґрунти із хлоридними та хлоридно-сульфатними електролітами. З літератури відомо про особливу чутливість тривало експлуатованих трубопровідних сталей до водневого окрихчення, ризик виникнення якого в кислих середовищах найбільший. Дослідження тривалої дії експлуатаційних середовищ та терміну роботи на деформаційну поведінку трубопровідних сталей у кислих ґрунтах. Об'єктом досліджень вибрано магістральні газопроводи великого діаметра, виготовлені зі сталі 17ГС, які були в експлуатації 41 рік. Саме такий матеріал труб широко використовували під час спорудження магістральних трубопроводів у 70-х роках ХХ ст. та експлуатуються по цей час. Для дослідження корозійних процесів під напруженням використовували розроблену раніше комп'ютеризовану установку КН-1. Випробовування зразків з матеріалу труб газопроводів на повітрі та в рідких робочих середовищах (табл. 3.1) проводили в режимі статичного та повторно-статичного навантаження чистим згином з автоматичною реєстрацією прогину зразка. Для вивчення кінетики низькотемпературної корозійної повзучості вибрано три рівні номінальних напружень відповідно до величини границь текучості матеріалу трубопроводу, які відповідають штатним, підвищеним штатним та

позаштатним режимам роботи трубопроводу та становлять відповідно 330, 420 та 510 МПа.

Першим етапом дослідження впливу рН на деформаційну поведінку тривало експлуатованої трубної сталі були випробовування у підкислених хлоридних електролітах. Зі збільшенням величини номінальних напружень інтенсивність процесу деформування зростає. За найвищого, близького до границі міцності навантаження, спостерігаємо на кривій повзучості уступи.

Таблиця 3.1. Склад модельних середовищ для випробовувань

№ МС	Концентрація моль/л				Тип ґрунтового електроліту
	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HCl	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
1	0,01	-	0,00001	-	підкислений хлоридний
2	0,05	-	0,0001	-	
3	0,1	-	0,001	-	

Причому характерно, що для деградованого матеріалу вони різкіші і починають появлятися за нижчих рівнів напружень (помітні уже за 420 МПа). Очевидно, така деформаційна поведінка може бути спричинена поширенням мікротріщин, що й зумовлює стрибкоподібне зростання деформації. Оскільки в деградованій сталі значно більша кількість нагромаджених пошкоджень, зокрема і мікротріщин у зародковому стані, то для їх зрушення потрібен нижчий рівень номінальних напружень. Така деформаційна поведінка підтверджується раніше проведеними в ІФНТУНГ дослідженнями.

У МС1, значення рН в якому дорівнює 5, спостерігаємо приріст деформації від 5 до 15 %, залежно від рівня номінальних напружень, фіксуємо також збільшення кута нахилу завершальної ділянки кривої, що вказує на небезпеку подальшої втрати матеріалом опору тривалим деформаціям. Помітних деформаційних стрибків не фіксуємо, ризик аварійної розгерметизації незначний, що пов'язано із превалюючим механізмом кисневої деполяризації, і незначним водневим окрихченням.

З подальшим зменшенням рН до 4 (МС2) фіксуємо істотні деформаційні флуктуації (рис. 2). Особливо помітні вони в області високих напружень, що пояснюють впливом механічного чинника на фоні водневого окрихчення. Виразно спостерігаємо цикли прискорення-сповільнення деформації, які відповідають циклам росту тріщини. Найінтенсивніші вони на першому етапі експозиції, далі швидкість приросту деформації спадає. Приріст деформації становить 7-18 %, проте є ризик раптової розгерметизації внаслідок розтріскування, зумовленого водневим окрихченням. Деформаційна поведінка тривало експлуатованої сталі у МС3 за рН 3 є більш прогнозованою. Деформаційні стрибки фіксуємо, проте вони значно плавніші, ніж у МС2. Це зумовлено значною хімічною активністю середовища, яка призводить до швидкого притуплення вершини тріщини. Проте тут фіксуємо найбільший абсолютний приріст деформації, який становить 9-24 %. Такі результати свідчать про значні ризики розгерметизації внаслідок швидкого розчинення металу в зонах пошкодження ізоляційного покриття. Якщо при цьому враховувати можливість виникнення макрогальванічних елементів вздовж траси трубопроводу та вплив змінного та наведеного струмів, то ситуація стає загрозливою. Потрібно збільшити кількість моніторингових заходів та оптимізувати режими експлуатації, що дасть змогу ефективно використовувати наявні трубопроводи та забезпечити їх працездатність в умовах тривалої дії експлуатаційних середовищ (табл. 3.2).

Таблиця 3.2. Кути нахилу завершальних ділянок кривих деформації у МС 1-3

МС	Не експлуатована труба, МПа			41 рік експлуатації, МПа		
	330	420	510	330	420	510
1	2,395	5,221	6,74	3,865	5,356	7,713
2	3,201	5,792	3,418	3,509	5,909	3,941
3	4,903	5,199	3,604	5,971	6,102	4,527

Багато публікацій зарубіжних учених стосується такого виду корозії трубопроводів як корозія змінним струмом. Зокрема визнано, що корозія

металевих матеріалів і металоконструкцій, таких як трубопроводи, є наслідком дії наведеного змінного струму від джерел, які розташовані в безпосередній близькості від них. Внаслідок зростання потреб як населення, так і промисловості у природному газі та збільшення темпів споживання електроенергії не завжди є змога розмежувати коридори паралельного пролягання джерел змінного струму і трубопроводів чи витримати відстань, визначену нормативними документами. Величина наведеного на трубопровід струму буде залежати від факторів, враховуючи опір ґрунту, сольовий склад ґрунту, формування захисної плівки навколо дефекту, матеріал трубопроводу, матеріал захисного покриття та його опір, розмір і геометрію дефекту в ізоляційному покритті, відстань від джерела змінного струму до трубопроводу тощо.

У разі, коли ізоляційне покриття трубопроводу має дефекти малого розміру, навіть за наявності катодного захисту, корозія трубопроводів змінним струмом може спричинити серйозні ризики. Відповідно до, змінну напругу вважають найбільш важливим параметром оцінення ризику корозії (рис.3.3). З метою зниження ймовірності корозії під дією змінного струму, трубопроводу не має перевищувати в будь-який момент.

Рисунок 3.3 Приклади пошкодження ізоляційного покриття трубопроводів



Джерела даних блукаючих струмів знаходяться поза металоконструкцією: електрифікований транспорт, системи катодного захисту, шахтні системи електропостачання постійним струмом тощо. При цьому інтенсивні корозійні руйнування проходять у місцях стікання постійного струму зі зовнішньої поверхні в електроліт (грунт або воду). Вітчизняна і світова практика експлуатації підземних металоконструкцій визнає цю проблему і враховує її.

Основними причинами виникнення змінних струмів натікання і попадання їх на газопроводи низького тиску є:

- непрофесійна експлуатація діючої системи електропостачання, наприклад, використання газопроводів як нульових робочих провідників;
- відсутність ізоляції газових введів у споруди;
- некоректне підключення електроспоживачів (газові котли, газові плити з електророзпалом), які зв'язують газопровідну систему зі системою електропостачання;
- пошкодження у процесі експлуатації кабельних ліній і/або електрообладнання в зоні пролягання газопроводів;
- застосування газопроводів як заземлювача під час крадіжки електричної енергії

### **3.3 Опали**

Основна кількість атмосферних опадів на території області випадає при проходженні північно-західних циклонів. Середньорічна кількість атмосферних опадів прогнозовано зменшується із північного заходу на південь та південно-схід Полтавської області, в інтервалі 580-490 мм/рік (у Полтаві – 545 мм/рік). Загальна кількість опадів в рік на території області також збільшується (за півстоліття на 60 мм і більше) (рис.3.4).

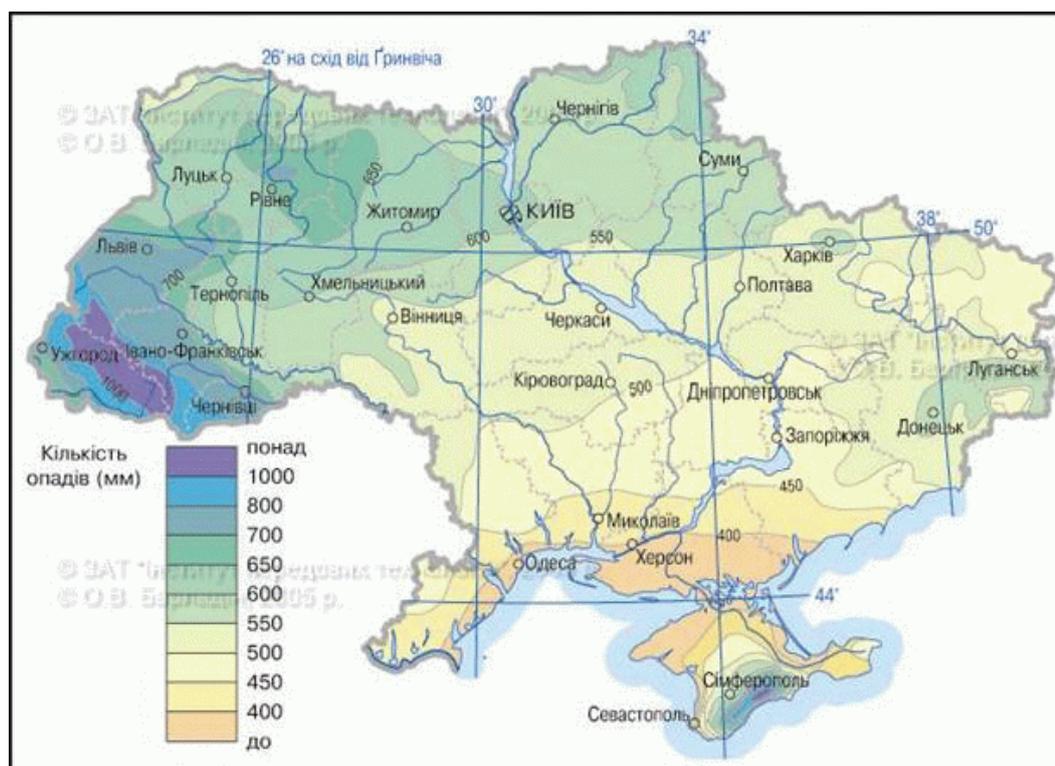


Рис. 3.4 Карта опадів України

Згідно даних досліджених на території України водозаборів кількість річних опадів змінюється від 600 мм на півночі до 550 мм - на півдні. Рік 1978 характеризувався як вологий кількість річних опадів у м. Полтава досягала 720 мм, а у посушливому 1975 році склала лише 280 мм, що говорить про характерну мінливість у часі. В зимовий період в межах водозбору річки Ворскла створюється стійкій сніговий покрив (3.5). В середньому дата його утворення спостерігається в другій половині грудня, а його сходження – в березні. Найменша кількість днів із сніговим покривом у місті Полтава близько 34, а найбільша 143. Поодинокі випадки зими без стійкого снігового покриву спричинені довгим та активним потеплінням. Зими з відсутністю стійкого снігового покриву складають 5%. Велика кількість потеплень взимку супроводжується меншою висотою снігового покриву, в порівнянні з холодними роками. Крім того, як правило в теплі зими опадів випадає більше. На території області висота снігового покриву нерівномірна та коливається протягом зими. В остання декаду грудня висота снігу в середньому складає 0,10 метрів.



Рис.3.5 Сніговий покрив р. Ворскла

В другий місяць зими висота снігового покриву зростає до 0,20 метрів. Лютий місяць характеризується його незначним зменшенням. До періоду весняного танення снігу висота снігового покриву набуває максимальних значень, за виключенням зим із значним потеплінням. В деякі роки висота снігового покриву може бути значно більше за середні показники (до 0,53 м). Щільність снігового покриву постійно змінюється у часі та просторі й багато у чому залежить від погодних умов. До моменту танення снігу середня щільність снігу становить  $0,20 \text{ г/см}^3$  –  $0,26 \text{ г/см}^3$ , а резерви води у снігу зазвичай максимальні й становлять 0,50 м. Тривалість періоду танення снігу розраховується як кількість днів між датою початку танення снігу та датою сходу стійкого сніжного покриву. Даний період в розглядуваних районах розтягнутий у зв'язку з випадками повернення холоду. Тривалість періоду танення снігу залежить від товщі та щільності сніжного покриву. Середня тривалість періоду танення снігу коливається в межах 16–20 діб, у роки з теплою весною танення відбувається протягом 4 – 8 діб, а у роки з тривалою весною сніг тоне на протязі місяця. Максимальна інтенсивність танення снігу доходить до 0,30 м шару снігу за декаду, а за добу може досягати 0,10 – 0,13 см

### **ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3**

Клімат є одним із головних чинників, які впливають на життєдіяльність людини у всіх сферах. Вплив природно-кліматичних факторів на роботу нафтогазопроводів безпосередній. Зокрема, кількість опадів, вологість повітря, вологість та мінеральний склад ґрунту.

Діагностика і моніторинг технічного стану трубопроводів дозволяє уникнути настання аварійних ситуацій і підвищити екологічну безпеку трубопровідного транспорту. Однак навіть найсучасніші засоби і методи діагностики й моніторингу мають певні обмеження, а в деяких випадках інспекція трубопроводів є обов'язковою згідно вимог чинного законодавства.

Попередити аварійні ситуації на трубопроводах можливо за рахунок впровадження ефективних методик контролю та інспекції на всіх стадіях життєвого циклу конструкції. Актуальною на сьогодні є розробка методик та засобів діагностики і моніторингу технічного стану магістральних трубопроводів. Зокрема, корисним буде визначення узагальнених вимог до проведення інспекції та критеріїв оцінювання, які були б придатними до застосування без обмежень технічного характеру.

Земельним законодавством передбачається, що господарська та інша діяльність, яка зумовлює забруднення земель і ґрунтів понад установлені гранично допустимі концентрації небезпечних речовин, забороняється.

У процесі проектування й будівництва нових трубопроводів необхідно розробляти комплекс організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження небезпеки можливих аварій .

## РОЗДІЛ IV. ВПЛИВ ГЕОДИНАМІЧНИХ УМОВ НА РИЗИКИ АВАРІЙНОСТІ НАФТОГАЗОПРОВОДІВ

### 4.1 Ендогенні явища

Важливою науковою проблемою, яка має як теоретичне, так і велике практичне значення, є виявлення руйнівної дії геодформації при експлуатації трубопровідних систем. За останні роки були встановлені різні форми дії аномальних деформацій земної поверхні на безпеку експлуатації магістрального трубопровідного транспорту. Наприклад, це пряма дія – коли переміщення стають домінуючим фактором ризику пошкодження електричних мереж і міських комунікацій.

Встановлені переконливі факти масштабу і рівня впливу фактора суперінтенсивних деформацій на об'єкти нафтогазового комплексу. Виявилось, що в зонах прояву сучасних суперінтенсивних деформацій періодично проходять розгерметизації і прориви трубопровідних систем. За даними режимних інженерно-геологічних спостережень встановлений зв'язок карстово-суфозійних процесів з суперінтенсивними деформаціями, що неодноразово ставало причиною руйнування трубопроводів. Значним є зв'язок проблеми експлуатації магістральних трубопроводів з геодинамічними впливами. За існуючою статистикою, біля 80% всіх аварій на цих протяжних інженерних спорудах пов'язані з певними місцями – місцями перетину ними геодинамічних зон. Крім того можна зауважити досить високий відсоток повторюваності аварійних подій на одних і тих самих ділянках – повторюваність двократних аварій на одній і тій же локальній ділянці досягає 75-80%, а повторюваність трьох і більше кратних доходить до 95%.

Наведені геодформації можуть бути оцінені як фактор ризику не тільки для мереж трубопроводів. Вони можуть руйнувати цілісність чи деформувати лінійно витягнуті інженерні споруди, такі як полотно залізниці, греблі. Такі

геодеформації небезпечні і для 91 будівель з наявними великими прольотами між опорами – виставкові центри, криті павільйони і т. ін. Отже, постає актуальність проблеми оцінки ризику руйнування протяжних інженерних споруд в результаті дії на них суперінтенсивних геодеформацій.

Виходячи з літературних джерел актуальність даної проблеми підтверджується порівняльним аналізом сейсмічного і геодинамічного ризику асейсмічних територій. Встановлено, що щорічний збиток від геодинамічних проявів, які пов'язані з швидкими переміщеннями поверхні Землі, суттєво вищий за збиток від сейсмічних проявів.

На даний час немає дієвих методів і технічних засобів для оперативного трасування геодинамічних зон і оцінки величини геодинамічного впливу. Проведений попередній аналіз і дослідження показують, що дана проблема може знайти ефективне вирішення у поєднанні підходів електромагнітних геофізичних методів та рішень в галузі технічної діагностики трубопровідних систем.

З постановкою великих експериментальних досліджень сучасних рухів земної кори на геодинамічних полігонах різного призначення були виявлені інтенсивні локальні аномалії вертикальних і горизонтальних рухів, приурочені до зон розломів різного типу і порядку. Ці аномальні рухи бувають високоамплітудними (до 50-70 мм/рік), короткоперіодичними (0.1-1 рік), просторово локалізованими (0.1-1 км), а також володіють пульсаційним характером і знакозмінною спрямованістю. Впровадження диференціальних GPS-технологій в періодичному (дискретному) і безперервному варіантах моніторингу за зміщеннями та деформаціями дозволило виявити новий клас геодинамічних рухів в зонах розломів з періодами 30 – 60 сек., 40 – 60 хв. і підтвердити рух з періодами до року і більше. Усім цим рухам поряд з трендовою складовою властиві пульсаційний характер і знакозмінна спрямованість.

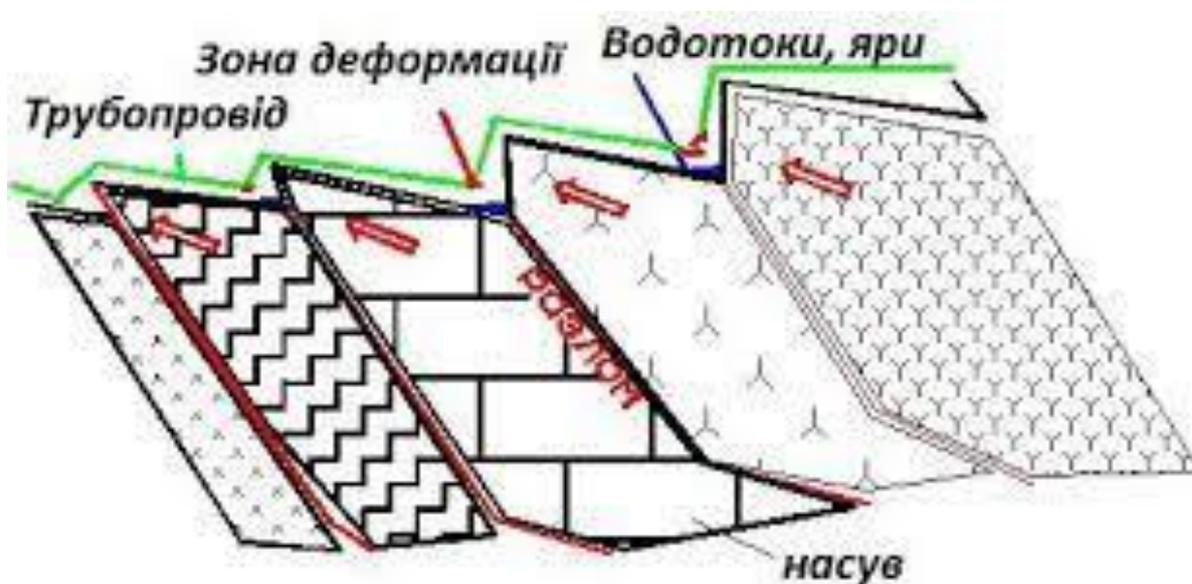
Аналізуючи циклічні знакозмінні і трендові рухи, можна зробити висновок, що основною властивістю геологічного середовища, особливо в зонах розломів, є знаходження його в безперервному русі. Місця прояву геодинамічних рухів в більшій мірі тяжіють до активних тектонічних структур (розломів) і безпосередньо прилеглих до них обсягів порід і ділянок земної поверхні. Експериментально в цих зонах встановлені великі амплітуди зміщень.

Якщо амплітуда знакозмінних деформацій перевищить допустимі деформації конструктивних елементів споруди, то в ньому виявляться порушення з відповідними аварійними наслідками. Якщо рівень деформацій нижче допустимих значень, то аварійні наслідки від дії залежать від прояву втомних ефектів. За виявленими в даний час частотам короткоперіодних геодинамічних коливань найбільшу небезпеку в цьому плані становлять коливання з періодами близько однієї хвилини і близько однієї години, що створюють, відповідно 500000 і 9000 циклів навантаження на рік. Час руйнування під дією циклічних навантажень залежить від рівня амплітуди змінних деформацій щодо їх допустимих значень. Для трубопроводів різного призначення циклічне навантаження інтенсифікує процес корозії в десятки і сотні разів. На рис.4.1 наведено приклад тектонічної схеми насувів з нанесеними зонами деформацій по трубопроводах.

Відзначається досить високий відсоток повторюваності аварійних подій на одних і тих же ділянках трубопроводів – повторюваність дворазових аварій на одному і тому ж локальній ділянці сягає 75-80%, а повторюваність трьох і більше кратних доходить до 95%. Основними причинами багатократних аварій і руйнувань трубопроводів є фактори, що призводять до зниження технологічних втомних властивостей сталі труб і залізобетонних конструкцій. За результатами внутрішньотрубних досліджень магістральних трубопроводів було визначено, що близько 70% всіх дефектів відносяться до категорії «втрати металу», яка включає в себе тріщини, каверни, корозію тощо. Також

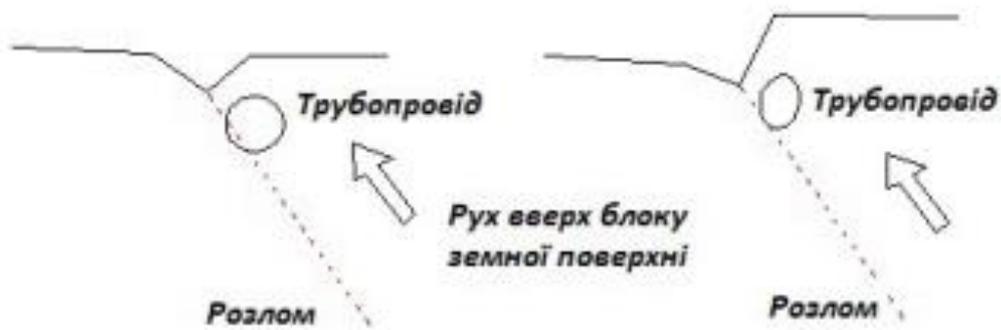
цікавий той факт, що на трубопроводах, виготовлених з більш пластичних матеріалів, тріщини з'являються тільки через 25 років експлуатації, тоді як на трубопроводах, виготовлених з високоміцних матеріалів, тріщини з'являються через 3-4 роки експлуатації. Таким чином, можна припустити, що причиною більшості аварій на магістральних трубопроводах являються зрушення земної поверхні, які реалізуються по межах тектонічних блоків різного ієрархічного рівня

Рисунок 4.1 Тектонічна схема насувів з нанесеними зонами деформацій по трубопроводах



Згідно проведених польових досліджень встановлено, що більшість корозійних ділянок трубопроводів сконцентровано в зонах розломів. Також встановлено за допомогою приладового обстеження, що в більшості випадків зовнішня корозія настає при пошкодженні поліетиленової ізоляції. В свою чергу, у більшості випадків стійка поліетиленова плівкова ізоляція пошкоджується при русі гірських блоків (щебінки, валунів гранітів або інших порід) на розломах.

Рисунок 4.2 - Схема деформацій трубопроводів на зонах розлому



На рис. 4.2 наведено схему деформацій трубопроводів на зонах, у яких присутній розлом. При русі блоків по площині розлому, трубопровід з циліндра під дією здавлювання перетворюється в еліпсоїд.

Усе це вказує на необхідність постійного моніторингу геодинамічних процесів, які відбуваються в земній корі. Для цього слід розробити спеціальну систему управління ризиками безпечної експлуатації підземних трубопровідних мереж за наявності геодинамічних впливів.

#### 4.2 Екзогенні явища

Екзогенні процеси відбуваються на поверхні Землі і у верхніх шарах, земної кори при взаємодії літосфери з гідросферою і атмосферою. Виражаються ці процеси в ерозії (руйнуванні), переміщенні та акумуляції (накопиченні) гірських порід під дією водних і повітряних течій, температурних перепадів, коливання водної поверхні, що призводить до зміни стану і властивостей порід, вивітрювання чи розчленування рельєфу, утворення порожнин в масивах порід, переміщенні їх на схилах та інших явищ.

При оцінці антропогенного навантаження всі порушення природних екосистем, пов'язаних з видобутком вуглеводнів, можна розділити на 2 типи. До першого відносяться всі технологічно обумовлені порушення: кустові основи, автомобільні дороги, трубопроводи і лінії електропередачі, кар'єри, інші промислові об'єкти, які в сумі чинять антропогенне навантаження, яку

можна визначити величиною площі цих об'єктів. До іншого типу – порушення, які технологічно не регламентовані і пов'язані з аваріями, неконтрольованою діяльністю людини і вторинними, дотичними діями промислових об'єктів та екосистеми. Загальне число цих явищ чинить дію, яка визначається як навантаження і також може бути визначено площею цих порушень.

Реакція геологічного середовища на зміни антропогенного (техногенного) характеру, перш за все, виразилась у посиленні ерозійних процесів. Виведення рослинного покриву при наявності нахилу поверхні привело до розвитку яружної ерозії, відбулося даліше розчленування більш крупних схилів, виникли великі яружні системи, що поширились на значній площі. Вплив техногенних факторів на розвиток ерозійних процесів має свої особливості в окремих геоструктурних областях.

Тектонічні рухи, особливо новітні та сучасні, чинять великий вплив на розвиток екзогенних процесів. Направленість сучасних тектонічних рухів визначають тенденцію розвитку екзогенних процесів. Суттєве значення мають інтенсивність рухів, які визнають розвиток екзогенних процесів.

Дуже складний та інтенсивний характер мають ці процеси в межах Українського щита. Тут знаходяться Придніпровський ерозійний район, куди входять Канівські дислокації та Київське плато. Перші мають складну будову, значний шар лесових порід, які є особливо чутливими до порушення водного балансу. Це, разом із впливом каскаду Дніпровських водосховищ, провокує переважно техногенну активізацію яружної ерозії. Яри глибокі, з них виноситься на заплавні тераси велика кількість мулу. Густота мережі ярів сягає приблизно 0,9 км/км<sup>2</sup>. Київське плато теж має високе ерозійне розчленування (0,6–0,8 км/км<sup>2</sup>). Глибокі яри об'єднуються в мережі, що нагадують річкові системи, але переважно успадковують геодинамічні рухи в зонах блочних структур, де породи мають зменшену геомеханічну стійкість. На довгих пологих схилах має місце площинний змив з утворенням промивин (ярків). Цьому сприяє відсутність рослинності з розвинутою кореневою системою та

оранка вздовж схилів, яка збільшує інфільтраційне водонасичення верхнього шару порід та погіршує їх водно-механічну стійкість.

На розвиток ерозії у Придніпровському районі багатопланово впливають також відкриті гірничі роботи та гідротехнічне будівництво зі створенням великих водосховищ. Унаслідок цього відбувається постійне порушення берегів, замулення водойм. Райони Дніпровсько-Донецької западини зі зменшеною блочністю геологічних структур і значною виположеністю рельєфу характеризуються переважно відносно розосередженим площинним змивом. Тому прояви лінійної ерозії у даному регіоні значно обмежені й переважно пов'язані з річковими долинами та лесоподібними породами. Ерозійне розчленування є доволі незначним і досягає  $0,1 \text{ км/км}^2$ . Воронежський масив має своєрідні прояви ерозійних процесів. Розчленування поверхні тут достатньо густе й глибоке, як і в районах Донбасу в місцях виходу крейдових порід.

Вплив техногенних факторів на території Донбасу особливо інтенсивний. У першу чергу, це обумовлено гірничими роботами з видобутку корисних копалин, які супроводжуються просіданнями денної поверхні. Порушені землі, відсутність рослинності, наявність агресивних вод провокують різноманітні ерозійні прояви (Луганський ерозійний район). В результаті чого з'являються хімічно забруднені ґрунти, які при ерозійному виносі формують аналогічні намули. Весною намули з водою річок забруднюють природні родючі ґрунти і провокують виникнення нових ерозійно-нестійких зон. Для території Чорноморської западини характерна вітрова, річкова ерозія, площинний змив, іригаційна ерозія на ділянках зрошування. Межиріччя Дунай-Дністер має досить складну поверхню.

В зоні впливу Дністра виділяється Придністровський ерозійний район. Для нього характерний похилий та сильно похилий тип рельєфу. Густота яружної мережі в середньому  $0,4\text{--}0,8 \text{ км/ км}^2$ . Тут спостерігаються значні прояви поверхневого площинного змиву, струмкового розмиву та яружної

ерозії. На місцях розвитку більш давніх річкових терас та на значному віддаленні від річок формується більш пологий тип рельєфу з пониженою динамікою площинного змиву та лінійного розмиву.

Гірські райони Карпат і Криму, які мають підвищену стрімкість схилів, значно вражені ерозією. На даному етапі тут переважає природний хід процесу. Але збільшення в останні роки ділянок розробки корисних копалин, порубки лісів, будівництва шляхів, магістральних трубопроводів та розширення агропромислової діяльності суттєво впливають на активізацію ерозійних процесів. На стан поверхні населених районів Карпат і Криму та узбережжя Криму впливають знищення рослинності (лісозаготівля, нещодавня порубка садів та виноградників), спорудження різноманітних об'єктів. Значні часті зливи провокують прояви струмкового розмиву. Має місце широке закладання садів та виноградників, що порушує ґрунтово-водну рівновагу, яка підсилюється оранням уздовж схилів. Таким чином, ерозія в цих регіонах має тенденцію до зростання, переважно під дією техногенних чинників.

Спостереження показали, що коли діяльність людини призводить до знищення рослинного покриву більш ніж на 20 % території, різко підвищується можливість проявів ерозійних процесів усіх типів. У той же час, коли в результаті протиерозійних заходів земель зі знищеною рослинністю за площею стало менше ніж 20 %, можливість активізації ерозійних процесів різко зменшується. При господарській діяльності відповідно до кожного виду робіт розвивається наблизений за складом факторів походження тип зміни навколишнього середовища. При сільськогосподарських роботах розвивається площинний змив та лінійна ерозія. Втрати гумусу, площ, зменшення родючості ґрунтів та кількість виносу залежать від виду діяльності та приналежності до регіональної зони за генезисом та рівнем ерозійної ураженості. По Україні еродовано земель 12,4 млн га сільгоспугідь (більше 30 % загальної площі).

Середньорічні втрати ґрунтів з орних земель становлять 10–15 т/га. Кількість ярів перевищує півмільйона. Втрати гумусу, відповідно, становлять по: лісостепу – 0,7–0,9 т/га; північному степу – 0,5–0,7 т/га; південному степу – 0,3–0,6 т/га; середні втрати по Україні – 0,5–0,6 т/га; втрати на всій площі угідь – 17–20 млн т.

Питання захисту ґрунтів від ерозії на сьогоднішній день актуальні для більшості територій, у тому числі з урахуванням розвитку регіонального підтоплення земель та глобальних змін клімату (зростання кількості опадів, їх нерівномірності та температур повітря). Протиерозійні роботи виступають не тільки як спосіб захисту ґрунтів, підвищення їх якості, але й як заходи зі стабілізації ландшафтів, території взагалі. Для цих цілей використовуються організаційно-господарські, агротехнічні, гідротехнічні, лісомеліоративні заходи. Для кожного типу територій ефективний захисний вплив має комплекс спеціально підібраних заходів, які ефективно нейтралізують дію чинників ерозії. При досить коректних розрахунках і якісному виконанні більш доступними й ефективними можна вважати будівництво водовідвідних та водорегулюючих споруд.

На території України традиційно проводяться такі заходи захисту від водної ерозії, як шахтні та нахилені трубчасті водоскиди; монолітні та збірні лотки; підвісні водоскиди; підпірні стінки; обвалування; лісосмуги; терасування схилів; висадження дерев та кущів на схилах. При цьому необхідно постійно підтримувати протиерозійні споруди в робочому стані, проводити моніторинг території. У цілому по Україні спостерігається різноманітний характер чинників формування сучасних ландшафтів, серед яких ерозійні процеси є чи не найбільш активними. Найбільш ерозійно-активні райони знаходяться під великим впливом діяльності людини, в першу чергу водногосподарської та аграрної.

Завдання найближчих років – узяти під регулюючий контроль протікання процесів ерозії, найвпливовіших екзогенних процесів на території України, що

виступають також у парагенезисі зі схиловими гравітаційними процесами, абразією берегів та підтопленням земель. У багатьох випадках розвиток ерозії призводить до порушення рівноваги і породного масиву схилів, веде до виникнення гравітаційних схилових процесів – зсувів, обвалів, селів. Ці явища виникають також при багатьох безпосередніх і опосередкованих впливах техногенезу на схили, на інші елементи рельєфу.

Сучасний стан схилів на території України успадковує і відображує геологічні умови, що існували протягом фанерозою. Успадкування сучасними схилами меж геологічних структур виразно спостерігається на прикладі Українського щита (УЩ) і Причорноморської западини, стикування платформ з орогенними областями Карпат і Криму та ін.

Мережа розломів, різнонаправлені тектонічні рухи визначили наперед положення та орієнтацію основних знижень і піднятих поверхні, що задають напрямки водного стоку і гравітаційного масопереносу, в основі якого лежить інверсія щільності, зменшення механічної міцності та гравітаційна нестійкість. Гравітаційний потенціал, що реалізується в регіональних схилових рухах, для території України початково визначається різницею рівнів поверхонь вирівнювання Східних Карпат і великої абісальної рівнини дна Чорного моря. Між ними при переходах від структур океанічної до структур континентальної кори виділяється континентальний (підводний) схил, що з'єднує рівні -1900- -2000 і -60- -100 м прибережної й материкової мілини, берегові схили Чорного й Азовського морів, структурні, структурно-денудаційні й денудаційні схили в межах материкових структур.

Круті схили (нахил понад 10є.) у межах рівнинної території України зустрічаються тільки на узбережжях морів, уздовж долин основних рік у гірських районах Карпат і Криму, де вони виступають як основні елементи рельєфу. Над рівнем ерозійного врізу по території України залежно від загального висотного положення та історії геологічного розвитку виступають різні за віком, складом і властивостями гірські породи – від кристалічних порід

архею й протерозою на УЩ до сучасних техногенних утворень (породні відвали та терикони). Використовуючи принципи типізації схилів по будові, геологічну карту, карту четвертинних відкладів, дані про глибини ерозійного врізу і вертикальної розчленованості, виконано районування території з виділенням схилів за геологічною будовою.

Вплив техногенезу на розчленованість території, крутість схилів позначається по-різному. Одні види діяльності людини прямо або опосередковано ведуть до згладжування форм рельєфу, виположування схилів, інші – навпаки, створюють нерівності, збільшують густоту та глибину розчленування поверхні. Прямим чином на розчленованість рельєфу, зокрема, впливають гірничі роботи, перш за все відкриті, особливо повсюдне видобування сировини для будівельних матеріалів, транспортне та гідротехнічне будівництво. Зміни рельєфу під впливом господарської діяльності, як і всі явища просторової організації в межах суші, визначаються виходячи із аксіоматичних основ географії і, зокрема, хорологічної аксіоми, яка стверджує, що всі географічні явища (а також геологічні та інженерно-геологічні) прив'язані до певних місцевостей, які обособлюються через місце розташування й особливо через зв'язки цього місця з сусідніми місцевостями й областями.

Господарська діяльність, особливо відкриті гірничі роботи, заходи з планування при будівництві порушують зв'язки між окремими компонентами природно-територіальних комплексів (ПТК), нерідко знижують рівень внутрішньої організації геосистем і, збільшуючи ентропію ГС (порушення її внутрішніх рівноважних зв'язків), руйнують механізми їх саморегулювання. Час, що необхідний для переходу порушених геосистем у нову рівновагу (час релаксації) [10], визначається багатьма факторами і характеризується різною тривалістю для різних елементів ПТК. Виділяються гармонійні й дисгармонійні, реліктові елементи рельєфу та ландшафтів у цілому. А тому на одній ділянці можуть існувати різновікові елементи – поряд із сучасними

схилами також реліктові останці, виходи скельних і напівскельних порід, сформовані в доголоценовий час. Стан схилів і рельєфу на переважній частині території України можна вважати таким, що відповідає метастабільній динамічній рівновазі, при якій вирішальним фактором дестабілізації ландшафтів виступає діяльність людини. Спеціальні дослідження причин розвитку руйнівних та катастрофічних проявів зсувних процесів у межах Правобережжя Дніпра (ділянка Вишгород – Канів), узбережжя Чорного моря (північно-західна ділянка – район Одеси, південний берег Криму), встановили, що здебільшого ці процеси викликані безпосередньо техногенезом або пов'язані з ним. Наприклад, зсуви на правобережному схилі Дніпра в межах Києва, Стайок, Гребенів мають виключно техногенний характер (виведення рослинного покриву, порушення поверхневого та підземного стоків, підрізки схилів, їх геомеханічне перевантаження та ін.).

Розвиток зсувного процесу викликає руйнування та деформації багатьох промислових, інженерних, житлових та громадських споруд. Сучасна активізація зсувів, що розвиваються на схилах різного генезису, часто супроводжується ерозією чи абразією, що є чинниками підсилення основного процесу.

Особливу увагу необхідно приділити проблемам зменшення ризику природно-техногенних зсувів на забудованих територіях. Ризик руйнівних (аварійних) проявів зсувів на схилах урбанізованих територій існує через неповне врахування всіх особливостей будови схилу, властивостей порід, наявності або виникнення в присхилових масивах ослаблених поверхонь і зон, дії на схили важкопрогнозованих стихійних процесів та явищ (землетрусів, ураганів, повеней, штормів). Значну роль в цьому відіграють техногенні впливи, виходи з ладу або неправильна експлуатація систем інженерного захисту. Існують також прорахунки, допущені при проектуванні і здійсненні будови, проведенні заходів із підготовки інженерного захисту та його здійсненні. Використання зсувних схилів для будови територій в межах

узбережжя Чорного і Азовського морів, долин рівнинних рік, гірських схилів Карпат і Криму обумовлює зростання ризику аварій та катастроф. Це спостерігалось у Закарпатській, Чернівецькій областях та в Автономній Республіці Крим. Розвиток зсувів створює аварійні і катастрофічні ситуації в Чернівцях, Снятин, Косові, Верховині, а також в зонах нафто- та газопроводів Карпатського регіону. Детально вивчені умови розвитку древніх зсувів у басейні р. Кам'янка (Стрийський район Львівської області) вказують на можливість їх катастрофічної активізації з руйнуванням нафтопроводу "Дружба" та моментальним викидом в річкову систему Дністра близько трьох тисяч кубометрів нафти і, як наслідок, повним екологічним знищенням р. Дністер, води якого є головним джерелом водопостачання Чернівецької та Одеської областей і Республіки Молдова. Це може призвести до екологічної катастрофи в Європі за масштабами близької до Чорнобильської.

Поширення та активізація ЕГП, що розвиваються під впливом природних чинників, тісно пов'язані з метеорологічними умовами – кількістю атмосферних опадів, їх розподілом по сезонам року, режимом випадання, температурними змінами у річному і багаторічному розрізі. Метеорологічні умови є одним з головних швидкозмінних чинників активізації ЕГП

Визначені принципи, яких слід додержуватись при освоєнні й стабілізації територій на схилах та в зонах їх впливу. При вивченні окремих територій приділено увагу також розвитку карсту (галогенного, сульфатного, карбонатного), селів у Карпатах і в Криму, лавиноутворенню в Карпатах. Відмічається, що повсюди техногенний вплив, не враховуючи особливостей геологічної будови, веде, як правило, до погіршення інженерно-геодинамічної ситуації, прискорення та активізації ЕЕГП. Взаємовпливи техногенезу й екзогеодинамічних процесів подані в таблиці. Геологічне середовище як частина літосфери разом із підземною гідросферою, приземною атмосферою та частиною біосфери є одним з основних компонентів оточуючого природного середовища (ОПС). Зміна його стану, складу, властивостей

безпосередньо відбивається на стані гідро-, атмо- та біосфери, на умовах БЖД людини, а тому вимагає постійної уваги, контролю і відповідного реагування з метою запобігання шкідливим проявам, відвернення руйнування інженерних об'єктів і катастрофічних процесів, стійких тенденцій деградації ОПС.

Аналізуючи характер використання людиною літосферних компонентів, їх зміни в результаті цього на території України, приходимо до висновку, що максимальних впливів зазнають найбільш доступні, найбільш поширені і разом з тим найбільш корисні для людини компоненти літосфери. Зміни стану літосферної речовини (гірських порід, ґрунтів, підземних вод та газів) відбуваються при найменших впливах на умови аерації, зволоження, освітлення, нагрівання (охолодження), навантаження та ін. Сама присутність людини на певній обмеженій території вже змінює у відповідному об'ємі стан речовини, а подальше нагромадження техногенних впливів людини призводить часто до повного незворотного перетворення стану речовини, втрати нею важливих первісних функцій субстрату, ландшафту, основи рельєфу та споруд.

Найбільший вплив на породні масиви спричиняють гірничі роботи та формування промисловоміських агломерацій. У їх процесі йде руйнування, видалення й переміщення порід, зміну фазовий склад верхньої зони літосфери за межами безпосередньої дії суцільної забудови та засобів розробки (руйнування). Вилучення в процесі гірничодобувних робіт великих обсягів порід і порушення геодинамічної рівноваги надр веде до зрушення всього масиву над гірничими виробками, порушення умов залягання, розвитку техногенної тріщинуватості та депресії рівнів підземних вод. Породний масив руйнується, втрачає первинні властивості, руйнуються споруди, змінюється гідрографічна мережа. Такі явища охоплюють великі площі в Донбасі, Кривому Розі, Львівсько-Волинському вугільному басейні, у Прикарпатті, де проводиться шахтний видобуток корисних копалин. Указані техногенні зміни екологічного стану та геодинамічного режиму підсилюються

містоутворюючим характером більшості шахт та кар'єрів в Україні, обмеженістю впровадження захисних і рекультиваційних заходів. У плані вивчення явищ, пов'язаних з процесами зрушення породних масивів і поверхні в ході підземних робіт, працюють десятки інститутів в Україні, Росії та інших країнах. Значна увага приділена механізму зрушення поверхні в Донбасі, де гірничі виробки поширені безпосередньо на територіях міст Донецька, Макіївки, Горлівки та ін., у Львівсько-Волинському басейні, м. Червоноград. Великі площі охоплені зрушеннями в Кривому Розі. За характером деформацій масиви над виробками діляться на зони, що прилягають до поверхні землі: середню, основну і безпосередньо покрівлю виробки.

Процес зрушення починається при завалі безпосередньої покрівлі над очищувальною виробкою і поступово поширюється на верхні шари масиву. Час і характер виявлення процесу зрушення на поверхні визначається глибиною залягання й геометрією простору гірничих робіт, способом і порядком відпрацювання шарів, способом управління покрівлею виробки, властивостями масиву над виробкою. Тривалість процесу зрушення масиву, орієнтовно, визначається: до глибини 100 м – 1 рік; від 100 до 200 м – 2 роки; від 200 до 500 м – 3 роки; більше 500 м – 4 роки. При виконанні гірничих робіт на невеликій глибині (до 100 м) на поверхні утворюються провали. Наявність виробок у масивах веде до змін характеру перебігу фізико-хімічних і механічних процесів, змін гідрогеологічних умов, що інколи порушує встановлену рівновагу і також веде до додаткової деформації поверхні. Усі промислові й цивільні наземні й підземні об'єкти, штучні та природні водотоки й водоймища (ріки, струмки, озера, ставки), що попадають у зони впливу підземних виробок, зазнають змін і руйнувань, порушень їх нормального режиму, підпадають під охорону. За значенням об'єктів і змін, що можуть викликати порушення їх режиму, виділяються три категорії охорони. До першої категорії відносяться русла великих рік, зрушення під якими може привести до катастрофічних наслідків як для басейну ріки,

змінюючи її режим, так і для гірничого підприємства, затоплюючи його. Природні та штучні водоймища, які неможливо відвести або спустити, відносяться до другої категорії охорони, каналізаційні колектори – до третьої. З точки зору впливу на штучні об'єкти, найбільше значення має період активного зрушення, тривалість якого вказувалась вище, але і по закінченні його масив не набуває первісних властивостей, а значить повинен оцінюватись як такий, що зазнав техногенних змін, наслідки яких за багатьма факторами непередбачувані. Наприклад, тріщинуватість масиву обумовлює глибоке проникнення з поверхні рідини і різних речовин, інколи отруйних, як це мало місце в м. Горлівці, коли високоотруйні речовини шахти привели до забруднення гірничого простору і смертельного отруєння працюючих там робітників.

Для встановлення об'ємів породного масиву, що зазнав впливу процесів зрушення, потрібне визначення просторового положення первісних виробок, об'ємів вийнятого матеріалу, що може бути виконано на основі аналізу планів гірничих робіт з окремих пластів і в цілому для шахтних полів окремих шахт. Цей матеріал, на жаль, системно практично не узагальнювався і, переважно, знаходиться в архівах підприємств, а для шахт, що були закладені 100 чи 50 років тому, він взагалі втрачений. Немає достатнього обліку матеріалу, що протягом індустріальної епохи складається на поверхні біля кар'єрів шахт, збагачувальних фабрик у териконах, відвалах шламо- та хвостосховищ. Цей матеріал, що вміщує багато шкідливих, токсичних і отруйних речовин, займає великі площі, підпадає під вплив метеорологічних факторів, виноситься у ґрунтові води, водоймища і в атмосферу. Відмічались негативні явища самозагорання, вибухів, сповзання.

Документування процесів утворення відвальних мас гірничих підприємств не достатнє, не дає повного уявлення про всі сторони цієї діяльності і не дозволяє, в основному, узагальнювати ці процеси, встановити їх масштабність і ступінь впливу порушеності геологічного середовища. Дуже

незадовільно документуються відкриті гірничі роботи, що не дає змоги повністю відтворити середньо- та довгострокові масштаби порушень геологічного середовища, пов'язаних з цими роботами. Порівняно недавно при відкритих гірничих роботах стала здійснюватись рекультивація з усіма заходами землювання – тобто попереднім зніманням родючого шару ґрунтів, його складуванням і пізнішим, після завершення відкритих гірничих робіт, укладанням. Зрозуміло, що повне відновлення ландшафту після проведення гірничих робіт практично неможливо. Ефективне відновлення форм рельєфу та структури ГС досягається тільки при незначних об'ємах видобутої корисної копалини, утворенні внутрішніх відвалів при пухких розкривних породах, коефіцієнти розпушування яких при розробці досягають 1,3–1,5. У відвальних ґрунтах довгий час зберігається вторинна пористість і тому рекультивовані площі кар'єрів не можуть використовуватись для капітальної забудови. У даний час відомості про об'єми та стан рекультивованих площ, якість рекультивації є дуже фрагментарними – переважно їх можна знайти тільки в архівах підприємств.

Відпрацьовані площі, покинуті й рекультивовані кар'єри повинні відображатись на картах геологічного середовища, бути занесені в загальну базу даних про стан порушеності територій окремих районів і областей. Слід взяти до уваги, що ділянки гірничодобувних робіт є місцями найбільш активного й комплексного техногенного порушення рівноваги ГС, яке має стійку тенденцію до просторово-часового розвитку. На нашу думку, це є ілюстрацією фундаментальної думки академіка Вернадського про діяльність людини як потужної геологічної сили. Найбільш повні узагальнення про мінерально-сировинну базу зараз є з будівельних матеріалів. Наявні зведення Державної геологічної служби Мінприроди (колишнього Міністерства геології) по областях України видані у 1963–1964 рр., 1973–1974 рр. (чомусь тільки для службового користування), здійснюється третє видання. Аналізуючи дані, що наводяться в цих зведеннях, приходимо до висновку, що

в усіх виданнях дуже мало даних про ті родовища, що розробляються, рідко можна знайти дані про те, з якого часу розробляється родовище, про об'єми видобутку матеріалу з моменту початку його експлуатації і зовсім відсутні дані про склад порушень природних умов, пов'язаних з розробкою родовищ. Уявляється, що Державна геологічна служба України має вдосконалити методику складання подібних зведень з метою найповнішого відображення об'ємів вже спожитих мінерально-сировинних ресурсів і тих порушень геологічного середовища й природних умов у цілому, що виникли внаслідок ведення гірничих робіт та масштабного вилучення з надр мінеральної сировини. Але суттєві порушення ГС відбуваються і при інших видах господарської діяльності.

Значними порушеннями геологічного середовища супроводжується цивільна і промислова забудова, транспортне будівництво. У великих містах, як правило, геологічне середовище на глибину перших 100 метрів зазнає повного перетворення. Особливо в цьому плані чутливий лесовий покрив, що в природному стані не витримує навантажень 0,5 МПа, особливо внаслідок впливу підвищення рівня ґрунтових вод, розвитку процесів підтоплення. Дуже часто при цьому відбувається втрата несучої здатності лесових ґрунтів у районах міст із старою забудовою. Зруйнований лесовий покрив у місці під висотною забудовою призводить до зменшення несучої здатності цього ж покриву під сусідніми спорудами, які будувалися раніше на природних основах. Великі міста створюють певні територіальні навантаження, що разом із зонами глибинних депресій артезіанських водозаборів спричиняє ущільнення порід і утворення депресій осідання поверхні. При оцінці стану геологічного середовища великих міст потрібно, в першу чергу, визначити основні масиви висотної забудови з глибинами закладання фундаментів, освоєння підземного простору для ліній комунікацій, споруд інженерного захисту, різних споруд міського господарства. Міське цивільне та промислове будівництво вносить, як правило, незворотні зміни в стан геологічного

середовища, які недостатньо фіксуються в генеральних планах подальшого розвитку населених пунктів, у схемах районного планування, розподілу населення й розміщення промислових об'єктів.

#### **ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 4**

Всі процеси які відбуваються під ґрунтовим шаром впливають на рельєф, зокрема і на споруди які знаходять в товщі ґрунту або на його поверхні.

Згідно проведених польових досліджень встановлено, що більшість корозійних ділянок трубопроводів сконцентровано в зонах розломів. Також встановлено за допомогою приладового обстеження, що в більшості випадків зовнішня корозія настає при пошкодженні поліетиленової ізоляції. В свою чергу, у більшості випадків стійка поліетиленова плівкова ізоляція пошкоджується при русі гірських блоків (щебінки, валунів гранітів або інших порід) на розломах. Усе це вказує на необхідність постійного моніторингу геодинамічних процесів, які відбуваються в земній корі. Для цього слід розробити спеціальну систему управління ризиками безпечної експлуатації підземних трубопроводних мереж за наявності геодинамічних впливів.

Але не слід забувати про важливість екзогенних факторів, бо підземні води, вивітрювання, зсуви. Екзогенні геологічні процеси є невід'ємною частиною надзвичайних ситуацій природного та техногенного походження, які завдають шкоди екологічній та техногенній безпеці. На території України зафіксовано понад 22943 зсуви, але їх чисельність змінюється за рахунок впливу природних та техногенних чинників. Найбільш масштабний розвиток зсувів зафіксований на узбережжі Чорного моря в межах Одеської, Миколаївської, Донецької, Львівської, ІваноФранківської, Чернівецької, Закарпатської областей та АР Крим.

## ВИСНОВОК

Метою данної роботи було дослідження та аналіз впливу кліматичних факторів на аварійність нафтогазопроводів Полтавської області. В підсумку можна сказати що вплив аварій на нафтогазопроводах на природне середовище, також є значним. Зокрема вплив на ґрунт, водні об'єкти, рослинність, тваринний світ, атмосферне повітря.

Вплив клімату є одним з найважливіших факторів, які визначають динаміку природних систем і чинять значний вплив на розвиток техногенних систем. В різну пору року, при різних температурних показниках, кількості вологи в ґрунті, вплив на нафтогазопроводи відрізняється.

Доведено, що під час міжсезонного (навесні, восени) переходу температур, кількість аварій збільшується, так як в ці на весні кількість вологи в ґрунті збільшується, а восени в них відбувається замерзання води.

Магістральні трубопроводи відносяться до категорії об'єктів, експлуатація яких поєднується зі значною екологічною небезпекою. Численні аварії на технологічних трубопроводах, що транспортують пожежо- та вибухонебезпечні продукти. Екологічна безпека магістральних трубопроводів залежить від ґрунтово-кліматичних умов їх експлуатації.

Значний вплив на руйнування герметичності нафтогазопроводів чинить агресивне середовище ґрунтів та волога в атмосферному повітрі

Екзогенні та ендегенні фактори змінюють рельєф на внутрішню будову Землі. Згідно проведених польових досліджень встановлено, що більшість корозійних ділянок трубопроводів сконцентровано в зонах розломів.

## ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в полтавській області у 2020 році
2. Про географічне середовище Полтавщини - [http://geo.pnpu.edu.ua/geographical\\_location.php](http://geo.pnpu.edu.ua/geographical_location.php)
3. Верменич Я. В. Полтавська область // Енциклопедія історії України : у 10 т. / редкол.: В. А. Смолій (голова) та ін. ; Інститут історії України НАН України. — К. : Наукова думка, 2011. — Т. 8 : Па — Прик. — С. 367. — 520 с.
4. Мандрик, О. М. Екологічна безпека транспортування природного газу : монографія / О. М. Мандрик ; Крижанівський Є. І., ред. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2014. - 256 с.
5. Грудз В.Я. Технічна діагностика трубопровідних систем /В.Я. Грудз, Я.В. Грудз, В.В. Костів та ін. – Івано-Франківськ: Лілея-НВ, 2012. – 512 с.
6. В. Т. Болонний Оцінка роботи магістральних газопроводів у нештатних умовах витоків газу SSN2304-7399. Прикарпатський вісник НТШ. Число. – 2019 – № 1(53)
7. І. В. Федорович. надійність експлуатації лінійної частини магістральних газопроводів та дослідження причин аварійності АГРОСВІТ № 5, 2013
8. Бабаджанова О. Ф. Фактори, що обумовлюють пожежну небезпеку лінійної частини магістрального газопроводу / О. Ф. Бабаджанова, Ю. Е. Павлюк, Ю. Г. Сукач // Пожежна безпека. – 2011. – № 18. – С. 27–34.
9. О.С. Ковров. Екологічна небезпека зсувів в національному та регіональному контекст
10. Луцик А. В., Яковлев Є. О. Моніторинг екзогенних та ендемогенних геологічних процесів в Україні. Стан і основні напрямки розвитку//Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції “Моніторинг навколишнього середовища: науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення”. 24–28 вересня 2007 р., АР Крим, м. Коктебель – К.: НПЦ “Екологія, наука, техніка”, 2007. – С. 10–12.

11. Стан підземних вод України, щорічник/ Лихацька О. А., Пишна Н. Г., Блінова М. М. та ін. – К.: ДНВП “Геоінформ України”, 2011. – 120 с.
12. Науково-методичне обґрунтування моніторингу екзогенних геологічних процесів: Звіт КВ УкрДГРІ за темою НДР 011 за 1999–2001 роки, у 3-х книгах. Книга 1. Текст/О.Романюк, А. Лущик та ін. – Сімферополь, 2001. – 103 с
13. Прогноз рівнів ґрунтових вод на території України на 2001 рік/Пишна Н. Г. Лихацька О. А., Ванда Т. З. та ін. – К.: “Геоінформ”, 2001. – Вип. 40. – 35 с.
14. Лущик А. В., Яковлєв Є. О., Абрамов І. Б. Підтоплення. Моніторинг та нові підходи до його ведення//Матеріали ІІІ науково-практичної конференції “Моніторинг навколишнього природного середовища: науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення”. 22–26 вересня 2008 р., АР Крим, м. Коктебель. – К.: НПЦ “Екологія, наука, техніка”, 2008. – С. 6–7.
15. А. І. Станецький. Деформаційна поведінка трубних сталей у високомінералізованих ґрунтах – Науковий вісник НЛТУ Україна, - 2017, т. 27, № 1
16. Синугаєв М.Ф. Стресс-коррозия на магистральных газопроводах и человеческий фактор/ М.Ф. Синугаев, П.В. Климов, А.К. Гумеров и др. // Территория "Нефтегаз" : сб. науч. тр. – 2008.– № 8. – С. 32-36.
17. Крижанівський Є.І. Корозійно-воднева деградація нафтових і газових трубопроводів та її запобігання : наук.-техн. посібн. у 3-х т. / Є.І. Крижанівський, Г.М. Никифорчин; за заг. ред.В.В. Панасюка. – Івано-Франківськ – Львів : Вид-во Івано-Франківського НТУ нафти і газу, 2011. – Т. 1: Основи оцінювання деградації трубопроводів. – 2011. – 457 с.
18. Ничипоренко М.В. Досвід діагностування магистральних газопроводів ДК "Укртрансгаз" за допомогою внутрішньо трубних інспекцій поршнів / М.В. Ничипоренко, Є.Б. Іваник // Трубопровідний транспорт : зб. наук. праць. – 2010. – № 6 (66). – С. 7-8.
19. Говдяк Р.М. Енергоекологічна безпека нафтогазових об'єктів / Р.М. Говдяк, Я.М. Семчук, Л.Б. Чабанович та ін. – Івано-Франківськ : Вид-во "Лілея НВ", 2007. – 556 с.

20. Правила безпечної експлуатації магістральних газопроводів. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 27.01.2010 р. № 11.
21. Коннова Г.В. Оборудование транспорта и хранения нефти и газа : Учеб. пособие для вузов. – Ростов н/Д.: Феникс, 2006. – 128 с.
22. О.Ф. Бабаджанова, Ю.Е. Павлюк. Фактори, що обумовлюють пожежну небезпеку лінійної частини магістрального газопроводу. – Пожежна безпека №18, 2011