

Тема 1.2 Поліетиленові труби та з'єднувальні деталі

1. Основні властивості полімерів.
2. Переваги і недоліки поліетиленових труб перед стальними.
3. Технічні дані і сортамент поліетиленових труб.
4. З'єднувальні деталі (фітінги). Сортамент фітінгів. Поліетиленові крани.
5. *Позначення (маркування) труб. Стандартне розмірне відношення. Коефіцієнт запасу міцності поліетиленових труб.*

1. Основні властивості полімерів.

Найчастіше для виготовлення труб застосовують дві групи полімерів:

1. *Термопластичні полімери, до яких відносяться*

- одержані при високому, середньому й низькому тисках, їх сополімери з іншими поліолефінами, а також радіаційно й хімічно зшитий поліетилен;
- поліпропілени (гополімер, блоксополімер, рандом сополімер);
- полібутен;
- полівінілхлорид, хлорований полівінілхлорид;
- фторопласт.

Основу термопластмас складають полімери лінійної або розгалуженої структури, такі як поліетилен. Термопластичні пластмаси застосовують як прозоре органічне скло, високо- і низькочастотні діелектрики, хімічно стійкі матеріали.

Деталі, виготовлені з таких матеріалів, експлуатуються в обмеженому інтервалі температур. При нагріванні до температури вище **60°...70° С** починається різке зниження фізико-механічних властивостей пластмаси, хоча більш теплостійкі пластмаси можуть використовуватися при **150°...250°С**, а полімери з жорсткими ланцюгами і циклічною структурою стійкі до **400. 600° С**.

Поліетилен - продукт полімеризації етилену, твердий, білого або попелястого кольору, хімічно стійкий. Недоліком його є схильність до старіння. Для захисту від старіння в поліетилен вводять стабілізатори та інгібітори (**2 - 3%** сажі уповільнюють процеси старіння у **30** разів).

Поліетилен використовують для виготовлення литих і пресованих деталей. Поліпропілен є похідним етилену. Це жорсткий нетоксичний матеріал з високими фізико-механічними властивостями. У порівнянні з поліетиленом цей пластик більш теплостійкий - зберігає форму до температури **150° С**. Поліпропіленові плівки міцні і більш газонепроникні ніж поліетиленові, а волокна еластичні, міцні і хімічно стійкі. Недоліком пропілену є невисока морозостійкість (до **-10...-20° С**). Поліпропілен використовують для виготовлення труб, конструкцій і деталей автомобілів, мотоциклів, холодильників, корпусів насосів, різних ємкостей тощо.

Полістирол — твердий, міцний, прозорий, аморфний полімер. За діелектричними характеристиками близький до поліетилену, зручний для механічної обробки, добре забарвлюється. Полістирол розчиняється в неполярних розчинниках (наприклад, бензолі), водночас він хімічно стійкий до кислот і лугів; не розчинний у спиртах, бензині, маслах, воді. Недоліком полістиролу є невисока теплостійкість, схильність до старіння та утворення тріщин.

Ударостійкий полістирол має в **3.5** разів більшу міцність на удар і у **10** разів більше відносне видовження порівняно зі звичайним полістиролом.

Вініпласт - непластифікований твердий полівінілхлорид. Вініласти мають високу механічну міцність і пружність. З нього виготовляють труби для подачі агресивних газів, рідин і води, захисні покриття для електропроводки, деталі вентиляційних установок, теплообмінників, захисні покриття для металевих ємкостей, будівельні облицьовувальні

плитки. Крім того, вініпластом облицьовують гальванічні ванни. Недоліками його є низька міцність і робоча температура під навантаженням (**60..70° C**), великий коефіцієнт лінійного розширення, крихкість при низьких температурах (**1_{кр}=-10° C; t=-90... 95° C**).

Фторопласт - термічно і хімічно стійкий матеріал. Основним представником полімерів, що містять фтор, є поліфторетилен. Нагрівання до **250° C** не впливає на його механічні властивості, тому використовувати фторопласт можна до цієї температури. Руйнування матеріалу відбувається при температурі вище **415° C**. Температура склування становить **-120° C**, але навіть при дуже низьких температурах (до **-260° C**) пластик не крихтиться. Фторопласт стійкий до дії розчинників, кислот, лугів, окислювачів. Це найбільш високоякісний діелектрик, його діелектричні властивості в широкому діапазоні температур майже не змінюються. Фторопласт має дуже низький коефіцієнт тертя (**≠0,04**), що зберігається до температури **327° C**.

Фторопласт застосовують при виготовленні труб для хімікатів, деталей (вентилі, крани, насоси, мембрани), ущільнюючих прокладок, манжет сальфонів, електрорадіотехнічних деталей, антифрикційних покриттів на металах (підшипники, втулки).

Матеріали на основі полімерів при нагріванні і під впливом тиску розм'якшуються, а при охолодженні твердіють і потім стійко зберігають надану їм форму. Саме такі властивості полімерів дають змогу виготовляти труби і з'єднувальні частини, в тому числі газопровідні.

Термореактивні полімери (реактопласти). Звичайно реактопласти у чистому вигляді не застосовуються, а використовуються як компоненти композитних матеріалів у сполученні зі скляними, вуглецевими, полімерними та іншими волокнами. Найбільш широко використовують полімерні матеріали, що тверднуть - епоксидна та поліефірна смола.

У цих пластмасах як зв'язуючі речовини застосовують термореактивні смоли, до яких іноді вводять пластифікатори, прискорювачі або уповільнювачі й розчинники. Основними вимогами до зв'язуючих речовин є висока здатність до склеювання (**адгезія**), висока теплостійкість, хімічна стійкість і електроізоляційні властивості, простота технологічної переробки, незначна усадка і відсутність токсичності.

Для виробництва пластмас широко використовують фенол- формальдегідні, кремнійорганічні, епоксидні смоли та різні їх модифікації. Більш високою адгезією до наповнювача володіють епоксидні зв'язуючі речовини, які дозволяють отримувати армовані пластики з високою механічною міцністю. Теплостійкість склопластиків при тривалому нагріванні становить: на кремнійорганічному зв'язуючому - від **260** до **370° C**, на фенол-формальдегідному - до **260° C**, на епоксидному - до **200° C** і на поліамідному зв'язуючому - **280. 350° C**.

Важливою властивістю епоксидних смол є їх здатність до твердіння не тільки при підвищеній, але й при кімнатній температурі без виділення побічних продуктів з мінімальною усадкою. Це дає змогу виготовляти з них великогабаритні вироби.

Скловолокніти - складаються зі зв'язуючого матеріалу - синтетичної смоли і скловолокнистого наповнювача. Скловолокно отримують продавлюванням розплавленої скломаси крізь фільтри

(отвори у днищі електропечі). Як наповнювач застосовують суцільне або коротке волокно.

2. Переваги і недоліки поліетиленових труб перед стальними.

Світовий досвід застосування поліетиленових труб для газорозподільних мереж свідчить, що вони мають великі переваги перед стальними.

Поліетиленові труби мають такі переваги:

- швидкість і легкість укладки;
- вибір діаметра і товщини стінок;
- вибір системи з'єднання
- необхідний рівень надійності
- опір розтріскуванню;
- хімічна стійкість;
- імунітет до струмів самоіндукції;
- імунітет до агресивного середовища ґрунту;
- економія у процесі експлуатації;
- високий ступінь надійності протягом періоду експлуатації та ін.

У порівнянні зі стальними трубами фізичні й хімічні властивості поліетилену гарантують високу герметичність і стабільність під дією агресивних речовин, що знаходяться у ґрунті й газі, які транспортуються.

Економічність застосування поліетиленових труб збільшується зі зменшенням діаметра і товщини стінок, а також з використанням довговимірних труб (у бухтах і на котушках).

У табл. 5 наведена порівняльна характеристика стальних та поліетиленових труб за 16 параметрами. Курсивом виділені недоліки. З таблиці видно, що поліетиленові труби мають значно більше переваг.

Таблиця 5 - Порівняльна характеристика труб, переваги і недоліки

№ п/п	Стальні	Поліетиленові
1	2	3
1	<i>Низька антикорозійна стійкість (не більше 10 років експлуатації)</i>	Антикорозійна стійкість
2	<i>Нестійкість до блукаючих струмів Вимагає катодного захисту.</i>	Стійкість до блукаючих струмів. Не потребує катодного захисту, відповідно зменшуються витрати на обслуговування
3	<i>Здатність до відкладень, що підвищує внутрішню шорсткість і збільшує гідравлічний опір</i>	Відсутність відкладень на стінках протягом всього строку експлуатації. З часом властивості поліетиленових труб тільки покращуються
4	<i>Висока теплопровідність і, як наслідок, необхідність застосування термоізоляції</i>	Відносно малий коефіцієнт теплопровідності. Ізоляція не потрібна
5	<i>Стальні труби добре передають механічні і акустичні коливання</i>	Акустичні коливання гасяться
6	Високий ступінь жорсткості матеріалів	<i>Ступінь жорсткості низький, але велика стійкість до розтягання (особливо у поліетилену - 200800%)</i>
7	Стійкість до механічних пошкоджень	<i>Низька стійкість до механічних пошкоджень</i>
8	Стійкість до ультрафіолетового випромінювання	<i>Нестійкість до ультрафіолетового випромінювання, втрата механічних якостей</i>
9	<i>Складність і висока вартість монтажу</i>	Легкість, швидкість і низькі витрати монтажу

Продовження табл. 5

1	2	3
---	---	---

10	<i>Невеликий термін експлуатації без ремонту і реконструкції (15-25 років)</i>	Термін експлуатації - не менше 50 років (наприклад, у поліетиленових труб розрахунковий термін довговічності - 200 років)
11	<i>Велика вага металевих трубопроводів</i>	Легше ніж сталеві в 2-4 рази, тому не вимагають при монтажі вантажопідйомних механізмів
12	<i>Складність транспортування в порівнянні з поліетиленовими</i>	Один автомобіль може перевезти в 3-4 рази більше поліетиленових труб, ніж сталевих
13	<i>Виготовляються тільки відрізками обмежених розмірів</i>	Виготовляються як відрізками довжиною до 12 м, так і в бухтах довжиною до 300м
14	<i>Низька швидкість монтажу</i>	Швидкість монтажу, наприклад газопроводів з ПЕ перевищує швидкість будівництва металевих систем в 2-3 рази
15	<i>Вимагають витрат на перевірку якості ізоляції газопроводу та її ремонт</i>	Не потребують витрат на перевірку і ремонт ізоляції
16	<i>Піддаються корозії, тому вимагають витрат на її усунення</i>	Не пошкоджуються корозією, відповідно витрат немає

3. Технічні дані і сортамент поліетиленових труб.

У газовому господарстві поліетиленові труби застосовують для будівництва, реновації та санації підземних газопроводів. Здебільшого це труби, виготовлені з поліетилену низького тиску (ПНТ).

Зовні труби з поліетилену низького тиску і з поліетилену високого тиску (ПВТ) нічим не відрізняються. Їх важко відрізнити без наявності паспорта або маркірування. Труби з ПНТ при прикладанні рівних навантажень сплющуються менше, ніж труби з ПВТ (за умов однакової величини, зовнішнього діаметру і товщини стінки). Крім цього, труби з ПНТ твердіші за труби з ПВТ, тому на поверхні труби з ПНТ при проведенні по ній нігтем залишається

ледве помітна подряпина, тоді як на поверхні труби з ПВТ вона буде помітною значно більше. При ударі об тверду поверхню труби з ПВТ видають глухий звук, а з ПНТ — дзвінкий чи ледь дзвінкий.

4. З'єднувальні деталі (фітінги). Сортамент фітінгів. Поліетиленові крани.

Їх застосовують при переході поліетиленових труб з одного діаметра на інший; з'єднанні труб зварюванням урозтруб, устик, із закладним нагрівачем; для зміни напрямку газопроводу; для врізання в діючий газопровід; для різьбового з'єднання поліетиленових труб із сталевими.

З'єднувальні деталі з поліетилену для газопроводів виготовляють методом лиття під тиском і пресуванням, в основному на підприємствах, що спеціалізуються на виготовленні поліетиленових труб. Класифікують фітінги за призначенням:

- деталі для з'єднання труб зварюванням устик;
- деталі для з'єднання труб урозтруб;
- деталі з подовженими хвостовиками для з'єднання труб зварюванням устик або за допомогою муфт із заставними нагрівачами (ЗН);
- деталі із закладними нагрівачами (ЗН).

З'єднувальні деталі для газопроводів повинні бути виготовлені відповідно до ДСТУ. Умовне позначення деталей складається з найменування виду деталі, матеріалу (ПЕ **80**, ПЕ **100**), номінальних зовнішніх діаметрів, розмірного відношення (**SDR 17,6** і **SDR 11**), слова "газ" і позначення технічних умов (ТУ).

єднувальні деталі для газопроводів виготовляють російські фірми: ВАТ "Казаньоргсинтез", ВАТ "ЗАПСИБГАЗПРОМ", ВАТ "Ливнипластик" та ін.

Сортамент фітингів:

1. Деталі з'єднувальні з подовженим хвостовиком, виготовлені методом лиття під тиском:

- трійник рівнопрохідний (рис.32) діаметром **63, 110, 160 і 225 мм** з SDR 11 і SDR 17,6;



Рис.32 -Трійник рівнопрохідний



Рис.33 - Відвід 90°

- відводи 90° (рис.33) діаметром 63, 110, 160 і 225 мм з SDR 11 і SDR 17,6;
- переходи (рис.34) діаметром до **630 мм**;



Рис.34 - Перехід

- втулки під фланець діаметром до **630 мм**;



- втулки під фланець труб великих діаметрів від **315 до 1200 мм**;

- переходи для великих діаметрів **315x225, 400x315, 500x400** мм 2. Деталі з'єднувальні зварювальні діаметром **315-500** мм;
- трійники (рис.35);



Рис.35 - Трійник сідловий

- нерівнопрохідні трійники.
3. З'єднувальні деталі, одержані литтям:
- відводи 90° SDR 11 0 63, 110, 160 мм;
 - трійник нерівнопрохідний SDR 11 63x**32**, 110x63 мм;
 - трійник SDR 11 **160**x110 мм.

Виробники завдяки властивостям поліетилену змогли одержати новий вид фітингів з вмонтованими електричними елементами опору (закладними нагрівачами - ЗН).

Принцип з'єднання фітингів із закладними нагрівачами. При пропусканні струму елемент опору муфти нагрівається, викликаючи розплавлювання контактних поверхонь і забезпечує надійне зварення труб не тільки за рахунок з'єднання, а і за рахунок обтиснення муфтою тіла труби (механічне з'єднання).

Для з'єднання газопроводів застосовують сідлові відводи із ЗН. Вони дозволяють здійснити з'єднання одного газопроводу в іншому, а також газопроводів, які знаходяться під тиском. Останнім часом ці відводи застосовуються дуже рідко через складність їхнього виготовлення. Найчастіше використовують деталі імпортного виробництва, які випускаються на весь сортамент поліетиленових труб з ПЕ **80** і ПЕ **100** з різним значенням **SDR**.

Для з'єднання поліетиленових труб, а також для ремонту трубопроводів діаметром до **160** мм застосовують муфти із закладними нагрівачами імпортного виробництва (рис.36), які легко знімаються. Максимальний тиск газу - **1,0** МПа. Муфти для цих же цілей випускають діаметром до **710** мм.

Для зварювання довговимірних труб без фіксації у спеціальному пристрої (позиціонері) застосовують **подовжені муфти без упору** діаметром до **63** мм. Труби різних діаметрів з'єднують за допомогою перехідних муфт, які виготовляють діаметром до **160** мм. Муфти-заглушки діаметром до **225** мм застосовують для врізання під тиском.



Рис.36 - Муфта із закладними нагрівачами Німецька фірма "FRIATEC AG" виготовляє фітинги, призначені для з'єднання труб різної товщини, включаючи SDR 7,4. Їх випускають з різної сировини ПЕ-НП, ПЕ 50, ПЕ 63, ПЕ 80, ПЕ 100 і ПЕ-Ха.

Відводи 30 випускають діаметром до **160** мм, а відводи **45** (рис.37) і 90° - 225 мм.

Арматура. Для врізання в газопровід під тиском **1,0** МПа служить арматура з видовженим вихідним патрубком (рис.38). Таку арматуру застосовують для врізання в труби діаметром від **250** мм і вище. Для врізання під тиском використовують вентилі діаметром до **225** мм.



Рис.37 - Відвід 45°.



Рис.38 - Арматура з видовженим вихідним патрубком
Поліетиленові крани (рис.39). Як запірний кран застосовують поліетиленові кулькові крани, які випускають діаметром до 200 мм. Арматуру з кульковим краном 90° обороту для бокового врізання під тиском випускають діаметром до 225 мм.

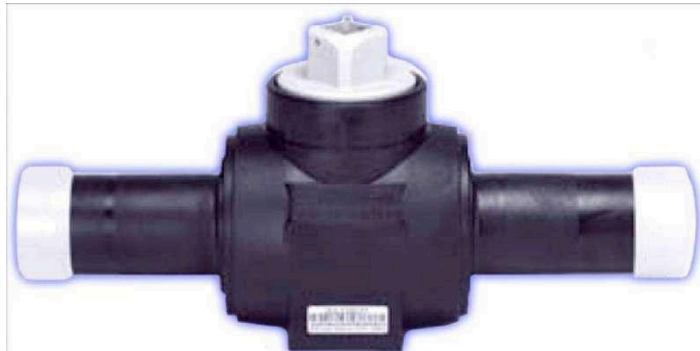


Рис.39 - Кран

Патрубки-накладки. Являють собою компактний виріб, що складається з двох частин - із сідла (рис.40) і вихідного патрубка. Їх застосовують для монтажу відводу діаметром до **160** мм і монтажу труб діаметром до **225** мм. Патрубки-накладки типу TOP-BoaСінд випускають з посадочним діаметром до **630** мм. Для ремонту невеликих пошкоджень труб без витоку газу випускають посилюючі накладки діаметром до **630** мм.



Патрубок-накладка



Сідло

5. Позначення (маркування) труб. Стандартне розмірне відношення. Коефіцієнт запасу міцності поліетиленових труб.

Позначення (маркірування) труб. Маркірування труби включає в себе умовне позначення труби і товарний знак підприємства (рис. 31).



Рис. 31 - Маркірування труб

При позначенні труб з поліетилену (ПЕ) обов'язково вказується його щільність: НЩ - низька, СЩ - середня і ВЩ - висока. Але дані щільності не характеризують основний показник, прийнятий в міжнародній системі стандартизації (ISO і CEN), що ідентифікує труби і з'єднувальні деталі (фітінги), обумовлені міцністю матеріалу: "**Minimum Required Strength**" - скорочено **MRS** (мінімальна тривала міцність). Відповідно до цього вказується тиск, який матеріал труби може витримати без пошкоджень протягом **50** років.

Стандартне розмірне відношення SDR - це відношення номінального зовнішнього діаметра труби до номінальної товщини стінки.

SDR визначається за формулою залежно від матеріалу труби, робочого тиску і коефіцієнта запасу міцності:

$$SDR = 2MRS/MOP \cdot C + 1,$$

де **S** - серія труби, визначена за формулою

$$S = \sigma / MOP$$

де σ - напруження, що допускається, у стінці труби, дорівнює MRS/C , МПа;

MRS - мінімальна тривала міцність, МПа;

MOP - максимальний робочий тиск, МПа;

C - коефіцієнт запасу міцності (від **2,5** до **2,8**) залежно від місцезнаходження газопроводу і максимального робочого тиску.

Тема 1.3 Гумові рукави

1. Технічні характеристики і призначення. Застосування гумових рукавів.

При виборі рукавів необхідно враховувати стійкість їх до транспортованого середовища при мінімальній температурі експлуатації з урахуванням тиску газу.

Гумові рукави		Призначення
Нормативний документ	Технічна характеристика	
ГОСТ 18698	Група Б (1) $P_p = 1,6$ МПа	Приєднання зливних та наливних пристроїв ГНС Приєднання до газопроводів низького тиску пересувних газогорілочних пристроїв і лабораторних пальників, газових приладів до балонів зріджених газів; приєднання до газопроводів тиском до 0,1 МПа приладів КВП та автоматики
ГОСТ 18698	Група Б (1) $P_p = 0,6$ МПа	
ГОСТ 9356	Тип I, II, $P_p = 0,6$ МПа	

Для зливно-наливних операцій можуть застосовуватися металорукави або металеві газопроводи із шарнірними з'єднаннями.

