

63 с. 2. ГСТУ 320.02829777.014-99 *Неруйнівний контроль та оцінка технічного стану металоконструкцій бурових веж в розібраному і зібраному стані*. 3. *Methods of Fault Tree Analysis in Their Limits*, Weber G.G. Brunel University. U.K., 1984. 4. Придвизжин В.А., Бабин С.Г., Гарин Ю.Р. *Експертиза промислової безпеки технічних пристроїв*

бурових установок, Москва, 2005 р. 5. Reliability And Safety of Process And Manufacturing Systems, 12 Annual Sumpr., Finland, 1991. 6. Субботин С.С., Михайленко В.И. Дефектоскопия нефтяного оборудования и инструмента при эксплуатации – М.Недра, 1982-213 с.

УДК 622.692.4.07+622.24.05

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ФАКТИЧНОГО ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУРОВИХ ВЕЖ

© Карнаш О.М., 2005

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

© Цюц'як І.І., Буній М.В., 2005

Науково-виробнича фірма „Зонд”, м. Івано-Франківськ

© Козлов А.В., 2005

ДАТ „Чорноморнафтогаз”

Розглянуті результати роботи з розробки й удосконалення методики оцінки фактичного технічного стану бурових веж методами неруйнівного контролю.

Аналіз сучасного стану парку бурових веж підприємств України, які займаються бурінням нафтових та газових свердловин, а саме ВАТ “Укрнафта”, БУ “Укрбургаз” ДК “Укргазвидобування”, ДАТ “Чорноморнафтогаз” та НАК “Надра України” показав, що для нього характерні такі основні ознаки:

60 – 70% бурових веж та їх основ відпрацювали нормативний ресурс, встановлений заводом-виробником, який становить: для веж – 12 років, для їх основ – 9 років;

60 – 70% бурових веж та їх основ відпрацювали нормативний ресурс, встановлений заводом-виробником, який становить: для веж – 12 років, для їх основ – 9 років;

більшість бурових веж, які експлуатуються в Україні, імпортного виробництва (ВО „Уралмаш”; завод бурової техніки „Баррикади”, м. Волгоград, Російська Федерація; заводи UPETROM I MAI S.A., UPET.S.A., Румунія та інші). З виходом з ладу окремих деталей вузлів бурових веж ця обставина ускладнює та здорожує процес їх заміни;

збільшення в Україні кількості підприємств (Стрийський завод „Металіст”, ВАТ „Карпатнафтомаш”, завод ім. Малишева та ін.), які не мають досвіду випуску бурових веж та їх основ, проте займаються їх виробництвом. Це негативно відбивається на обсягах виробництва, якості та технічному рівні цієї продукції;

відсутність вітчизняної нормативної бази для виготовлення, оцінювання фактичного технічного стану та продовження терміну експлуатації відамортизованого бурового обладнання, в тому числі бурових веж та їх основ.

Згідно з [1], бурові вежі в процесі експлуатації періодично повинні піддаватись статичним випробуванням за затвердженою методикою [2]. При цьому бурова вежа має плавно навантажуватися в три етапи. Випробувальні навантаження відповідно становлять: на першому – 60%; на другому 100%; на третьому етапі – 120% від паспортної вантажопідйомності вежі. Усі випробувальні навантаження повинні витримуватись протягом 10 хв.

Таке перевантаження може стимулювати розвиток дефектів, в тому числі і тріщин різного характеру. На думку авторів, таким випробуванням необхідно піддавати тільки нові бурові вежі, які надходять від заводу-виробника. При цьому воно може бути як один із етапів вхідного контролю з подальшою реєстрацією в паспорті бурової вежі та тільки інтегральною оцінкою її стану [3].

Вітчизняний та зарубіжний досвід експлуатації бурових веж довів недосконалість статичних випробувань, так як при цьому не досягають поставленої мети – перевірки міцності вежі та її вантажопідйомності.

Світова практика показує, що вивід з експлуатації металоконструкцій слід проводити згідно з їх фактичним технічним станом, а не тільки відповідно до нормативних термінів їх експлуатації [4].

Аналіз технічного стану бурових веж доводить, що більшість з них уже відпрацювали нормативний строк і продовжують перебувати в роботі, а їх технічний стан, як правило, дозволяє функціонування за умови паспортної або нижчої вантажопідйомності.

Тому розроблення правил та процедур, необхідних для оцінювання фактичного технічного стану (технічного діагностування) бурових веж та їх основ є актуальним завданням, яке вимагає науково обгрунтованого вирішення.

Необхідно зазначити, що поняття „технічне діагностування” слід розуміти як встановлення та вивчення ознак, які характеризують стан технічних систем, для передбачення можливих відхилень, у тому числі за межі допуску, внаслідок чого і відбуваються відмови, а також розроблення методів та засобів визначення фактичного стану цих систем з метою своєчасного попередження порушення нормального режиму роботи. Методи технічного діагностування застосовують для раціональної організації процесів контролю технічного стану виробів, пошуку та прогнозування дефектів у виробках.

Основою технічного діагностування є неруйнівний контроль, застосування якого на різних етапах життєвого циклу виробу (виготовлення, випробування та експлуатація) має дати інформацію про структуру і властивості матеріалу, його напружено-деформований стан, наявність дефектів, їх характеристики, динаміку накопичення і розвитку. [5]

На першому етапі вирішення цього завдання необхідно розробити методику визначення фактичного технічного стану бурових веж, яка забезпечуватиме знаходження та ідентифікацію всіх недопустимих дефектів. Розробляється методика на основі накопиченого досвіду неруйнівного контролю аналогічної продукції, статистики розподілу дефектів за типами, обсягом та місцезнаходженням відповідно до існуючих норм оцінювання якості [6].

Основними складовими розробки методики є:

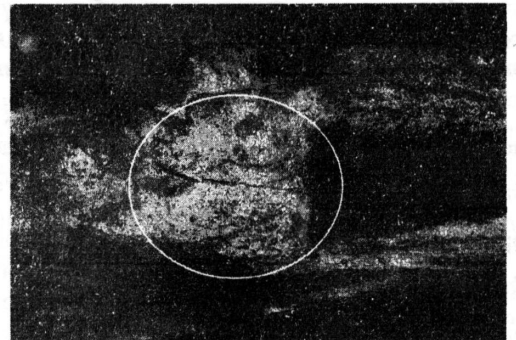
- попередній аналіз дефектності контрольованого виробу;
- оцінювання дефектоскопічності конструкції;
- вибір методу і апаратури для контролю конкретного виробу;
- регламентація основних параметрів контролю;
- встановлення вимог до організації робіт, послідовності виконання операцій контролю та дій персоналу після проведення контролю;
- встановлення методів ідентифікації проконтрольованих виробів;
- розробка алгоритму оцінювання якості за ре-

зультатами контролю.

Розроблення методики контролю будь-якого виробу складається з декількох етапів. Перший - підготовчий етап - передбачає ознайомлення з об'єктом контролю, а саме: конструктивними особливостями, технологією виготовлення, експлуатації та ремонту, типами дефектів, їх потенційною небезпекою, причинами та можливими зонами утворення дефектів з урахуванням діючих навантажень та інших чинників.

Основними параметрами, що визначають технічний стан нафтогазового обладнання в цілому і бурових веж зокрема, є:

- наявність, тип, вид та кількість дефектів типу порушення суцільності матеріалу (тріщини, раковини, вклучення, непровари, рис. 1) в несвітих і допоміжних елементах металоконструкції;
- зміна фізико-механічних характеристик проти значень, вказаних в нормативній документації;
- ступінь пошкодження елементів, характер, види та розміри корозійних пошкоджень;
- відхилення геометричних розмірів бурових веж та їх елементів від проектних (рис. 2).



а)



б)

Рис. 1. Корозійно-втомне руйнування елементів бурової вежі: провушини (а) та пояса (б)

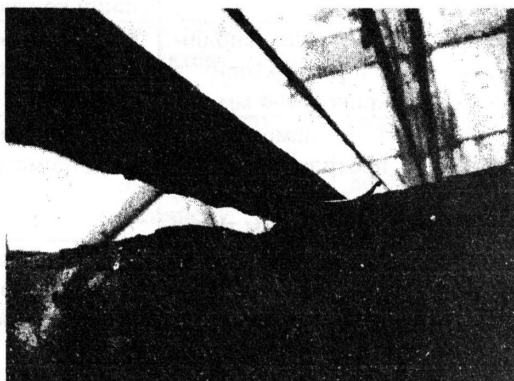
Другий етап охоплює аналіз існуючих методів та засобів контролю об'єкту, їх позитивних та негативних сторін, третій - передбачає власне розроблення методики. Ретельне виконання методики є основним критерієм в оцінюванні якості цього контролю.



а)



б)



в)

Рис. 2. Деформація основних несучих елементів бурових веж: основи (а), та поясів (б, в)

У НВФ "Зонд" (м. Івано-Франківськ) протягом 1997-2000 рр. проведено науково-дослідні і дослідно-експериментальні роботи, спрямовані на розроблення методики оцінювання технічного стану бурових веж із застосуванням методів та засобів неруйнівного контролю, який має на меті виявлення пошкоджених та дефектних елементів і передбачає:

- візуальний та вимірювальний контроль,
- дефектоскопію тіла елементів,
- дефектоскопію зварних швів;
- товщинометрію тіла несівних елементів,
- контроль фізико-механічних властивостей основних несівних елементів.

Для візуального та вимірювального контролювання використовують стандартний комплект засо-

бів (11 найменувань), що виготовляє фірма „Промприлад” (м. Київ). Під час проведення дефектоскопії та товщинометрії рекомендується надавати перевагу акустичним методам, використовуючи ультразвукові дефектоскопи УД2-70 та УД3-71 з комплектом спеціалізованих сканерів та перетворювачів, товщиноміри ТУ3-1 та ПТУ-2 (випускаються фірмами „Ультракон-сервіс”, м. Київ, та „Зонд”, м. Івано-Франківськ). Проте не виключена можливість застосування інших методів для додаткового чи повторного контролю окремих елементів (наприклад, капілярної, вихрострумової, радіаційної дефектоскопії).

Контролювати фізико-механічні властивості рекомендується шляхом безпосереднього вимірювання границі текучості матеріалу (вихрострумовим методом) за допомогою приладу „Сігма-Т”, який виготовляє вищезгадана НВФ „Зонд”, або непрямими методами – вимірюванням твердості динамічними твердомірами типу ТДМ (виробник – „Промприлад”, м. Київ) з подальшим визначенням границі текучості або границі міцності (за стандартними таблицями або за кореляційними залежностями). Фізико-механічні властивості елементів (твердість поверхневого шару, границю текучості), як правило, перевіряють вибірково – залежно від ступеня навантаженості або пошкодженості елементів, а також якщо є підозра, що фізико-механічні властивості однотипних елементів металоконструкцій вежі неоднорідні. Стан болтових з’єднань фланців ніг вежі, згідно з [7], перевіряють спеціальні бригади з огляду бурових веж.

Рекомендовані обсяги та види контролю елементів бурових веж в зібраному і розібраному стані наведено, відповідно, в табл. 1 та табл. 2.

Узагальнені критерії відбракування елементів бурових веж наведено в табл.3.

Наступним кроком в оцінюванні технічного стану металоконструкцій бурових веж є прогнозування граничного стану та залишкового ресурсу з метою встановлення терміну безвідмовної експлуатації в заданих умовах.

Під час встановлення залишкового ресурсу повинен бути забезпечений запас для переходу об’єкту в граничний стан. Оцінка технічного стану ґрунтується на аналізі співвідношення кількісних значень показників пошкодженості елементів, визначених під час проведення неруйнівного контролю, з їх допустимими значеннями.

Зокрема, приймаються до уваги: зменшення товщини стінки несівних елементів; наявність, вид та кількість дефектів у несівних і допоміжних елементах металоконструкції; зміна значень фізико-механічних характеристик на нижчі, ніж ті, що вказані в нормативній документації; характер, види та ступінь корозійного пошкодження елементів.

Таблиця 1 - Обсяг контролю бурових веж у зібраному стані.

Елемент і місце контролю	Зона контролю	Види контролю
1. Нога: тіло, фланець	По всій довжині через кожні 2,5 – 3 м, 4 діаметрально протилежні точки по колу	Візуальний огляд та вимірювальний контроль
	Зона вм'ятин, візуально визначених дефектів, сумнівних місць	Ультразвукова товщинометрія, ультразвукова та вихрострумова дефектоскопія
	Зона зовнішніх зварних швів, з'єднання тіла ноги з фланцем	Візуальний огляд, ультразвукова дефектоскопія та товщинометрія
2. Пояси, розкоси, підкоси	По всій довжині через кожні 2,5 – 3 м, 4 діаметрально протилежні точки по колу	Візуальний огляд, вимірювальний контроль, ультразвукова дефектоскопія та товщинометрія
	Зона вм'ятин, візуально визначених дефектів, сумнівних місць	Вихрострумова й ультразвукова дефектоскопія, товщинометрія
3. Різьбові з'єднання несівних елементів вежі	Зона різьбового з'єднання	Візуальний огляд
4. Блок основи (несівні елементи основи, підроторні балки, балки кріплення лебідки)	По всій довжині тіла з кроком 1,5 – 2 м на кожній грані; зона вм'ятин, візуально визначених дефектів і сумнівних місць	Візуальний огляд та вимірювальний контроль, ультразвукова товщинометрія, ультразвукова та вихрострумова дефектоскопія

Таблиця 2 - Обсяг контролю бурових веж у розібраному стані.

Елемент і місце контролю	Зона контролю	Метод і вид контролю
1	2	3
1. Нога: тіло	По всій довжині тіла ноги	Візуальний огляд і вимірювальний контроль

Продовження табл. 2

1	2	3
Нога, тіло фланець	По спіралеподібній траєкторії з кроком 100 мм	Ультразвукова дефектоскопія
	4 діаметрально протилежні точки по колу через кожні 2,5 – 3 м тіла	Ультразвукова товщинометрія
	Зона вм'ятин, візуально визначених дефектів та сумнівних місць	Ультразвукова та вихрострумова дефектоскопія
	Нижня секція	Візуальний огляд внутрішньої поверхні
2. Пояси, розкоси, підкоси: тіло	Зона зварних швів, зварне з'єднання тіла ноги з фланцем	Візуальний огляд, ультразвукова дефектоскопія
	По всій довжині тіла	Візуальний огляд і вимірювальний контроль
	По спіралеподібній траєкторії з кроком 100 мм	Ультразвукова дефектоскопія
	4 діаметрально протилежні точки по колу через кожні 2,5 – 3 м тіла	Ультразвукова товщинометрія
отвори кріплення	Зона вм'ятин, візуально визначених дефектів, сумнівних місць	Ультразвукова та вихрострумова дефектоскопія
	Зона отвору по колу	Візуальний огляд, ультразвукова дефектоскопія
	3. Блок основи (несівні елементи основи, підроторні балки, балки кріплення, лебідки)	По всій довжині тіла ноги
По спіралеподібній траєкторії з кроком 100 мм;		Ультразвукова дефектоскопія
По всій довжині тіла з кроком 1,5 – 2 м		Ультразвукова товщинометрія
	Зона вм'ятин, візуально визначених дефектів та сумнівних місць	Ультразвукова та вихрострумова дефектоскопія

Таблиця 3 - Узагальнений перелік значень граничних відхилень та норм відбракування елементів бурових веж.

Елементи вежі	Вимоги до технічного вузла чи механізму	Допустимі значення чи посилення на [8]
1. Ноги, пояси, розкоси, підкоси	Відповідність розмірів вимогам ТУ	Невідповідність вимогам ТУ не допускається
	Прямолінійність	Граничні значення – за п.10.3 [8]
	Відсутність механічних пошкоджень (вм'ятин, деформацій) металоконструкцій вежі без втрати прямолінійності	Граничні значення – за табл. 10.1 [8]
	Відсутність корозійного пошкодження, локальне зменшення товщини стінки	Граничні значення – за табл. 11.1 [8]
	Відсутність тріщин будь-якого характеру та напрямку	Наявність тріщин не допускається
	Відповідність фізико-механічних властивостей матеріалу вимогам ТУ	Невідповідність вимогам ТУ не допускається
2 Фланці ніг: а) зварне з'єднання тіла ноги з фланцем	Відсутність у зварному шві будь-яких тріщин, непроварів, пор, шлакових включень, кратерів	Граничні значення – за п.9.4 [8], а також не допускаються: непровари глибиною понад 5% від товщини основного металу; окремі шлакові включення чи пори розміром (вглиб шва) понад 10 % від товщини зварюваного металу
б) зона отворів фланців	Відсутність дефектів тріщин, задирок, підрізів	Зазначені дефекти не допускаються
	Відсутність відхилень геометрії отвору	Допускається спрацювання поверхні отвору по діаметру залежно від номінального діаметру D_0 :

Продовження табл. 3

Елементи вежі	Вимоги до технічного вузла чи механізму	Допустимі значення чи посилення на [8]
зона отворів фланців	відсутність відхилень геометрії отвору	$D_0=31$ – до 0,7 мм $D_0=42$ – до 0,8 мм $D_0=52$ – до 1,0 мм
3 Несучі елементи блоку основи, підроторні балки, балки кріплення лебідки	Відповідність геометричних розмірів елементів вимогам ТУ	Невідповідність вимогам ТУ не допускається
	Відсутність механічних пошкоджень (вм'ятин, деформацій)	Граничні значення – за табл. 10.1 [8]
	Відсутність корозійного пошкодження	Допускається зменшення товщини металу на 10 % порівняно з мінімально допустимою стандартною товщиною згідно зі стандартом на прокат
	Відсутність тріщин будь-якого характеру та напрямку	Наявність тріщин не допускається
	Відповідність фізико-механічних властивостей матеріалу вимогам ТУ	Невідповідність вимогам ТУ не допускається

На підставі проведеного аналізу, як правило проводять розрахунок вежі за граничним станом, який дає можливість виявити фактичний запас міцності металоконструкції. Важливим є також визначення періодичності обстеження бурових веж з метою недопущення відмов між двома черговими перевітками технічного стану. В процесі експлуатації, згідно з [7], металоконструкцію бурової вежі кожних два місяці має оглядати буровий майстер та механік, і один раз на рік – спеціальна бригада з обстеження бурових веж.

Після семи років експлуатації має проводитися оцінювання технічного стану бурової вежі комісією підприємства-власника вежі за участю представника територіального органу з нагляду за охороною праці України та фахівців організації, уповноваженої проводити обстеження. Оцінка технічного стану має ґрунтуватися на результатах неруйнівного контролю та технічного діагностування.

Таблиця 4 - Парк бурових веж, обстежених НВФ „Зонд” за період 1997 – 2002 рр.

Відомча підпорядкованість та найменування підприємства	Всього обстежено веж	Вежі, що експлуатуються в межах нормативного строку (до 12 років)			Вежі, що експлуатуються понад 15 років			Питома частка веж, які працюють понад нормативний строк, %
		баштові	А-подібні	підйомники для КРС	баштові	А-подібні	підйомники для КРС	
БУ „Укрбургаз ДК „Укргазвидобування”								
Шебелинське ВБР	15	5	4	-	4	2	-	40,0
Стрийське ВБР	16	1	6	3	-	6	-	37,5
Хрестищенське ВБР	11	5	4	-	1	1	-	18,2
Полтавське ВБР	15	2	8	-	1	4	-	33,3
Разом	57	13	22	3	6	13	-	33,3
ВАТ „Укрнафта”								
Івано-Франківське УБР	3	2	-	-	1	-	-	33,3
Надвірнянське УБР	18	10	1	-	7	-	-	38,9
Долинське УБР	14	6	2	-	6	-	-	42,8
Бориславське УБР	4	3	1	-	-	-	-	-
НГВУ „Надвірнанафтогаз”	1	-	-	1	-	-	-	-
НГВУ „Бориславнафтогаз”	33	-	-	25	-	-	8	24,2
Разом	73	21	4	26	14	-	8	30,1
ВСЬОГО	130	34	26	29	20	13	8	31,5

Найхарактерніші дефекти, виявлені при технічному діагностуванні бурових за цей період, представлені в табл. 5.

Таблиця 5 - Типові дефекти, виявлені при технічному діагностуванні бурових веж.

Тип дефекту	Виявлено дефектів у різних типах веж, %		
	баштові	А- та U-подібні	баштові вежі для морського буріння
Деформації і вм'ятини основних несучих елементів	10	30	15
Дефекти у зварних швах	10	10	10
Корозійне зношення	10	10	50
Використання при виготовленні конструктивних елементів бурових веж неякісних матеріалів з нижчими експлуатаційними характеристиками	20	10	-
Тріщини в кронштейнах та вушках кріплення люльок верхових робочих, оглядових площадок, вітрових щитів	20	20	10
Тріщини в основному металі та зварних швах ніг, поясів, розкосів	10	10	5
Ослаблення затяжки різьбових з'єднань	15	5	5
Інші дефекти	5	5	5

За результатами оцінки технічного стану комісія визначає термін подальшої безпечної експлуатації металоконструкції вежі. Цей термін не повинен перевищувати п'ять років.

Практичне використання цієї методики на бурових підприємствах України засвідчує високу ефе-

ктивність. Всього за цей період було обстежено понад 132 бурові вежі та вежі підйомальних агрегати, у тому числі в БУ „Укрбургаз” - 57 шт, ВАТ „Укрнафта” – 73 шт. У табл. 4 наведено парк бурових веж, що були обстежені НВФ „Зонд” за період з 1997 по 2002 рр. на підприємствах України.

Дана методика лягла в основу стандартів ГСТУ 320.02829.777.014-99 [8] та СТП 320.00135390.068-2001 [9]. При розробці цих стандартів було проаналізовано ряд керівних та нормативних документів, які містять вимоги до технічного стану бурових веж – як нових, так і тих, що були в експлуатації понад нормативний термін.

Отже, можна зробити висновок, що застосування розроблених методик неруйнівного контролю та технічного діагностування бурових веж та їх основ дає можливість визначити їх фактичний технічний стан та продовжити термін їх безаварійної експлуатації.

1. *НАОП 2.1.21-1.01-74 Правила безопасности в нефтегазодобывающей промышленности. Введено 31.01.74 г. – М.: Недр, 1974.* 2. *Инструкция по испытанию буровых вышек в промысловых условиях. ВНИИТнефть, Госгортехнадзор России. – М., 1996. Действует с 18.09.96 г.* 3. *Инструкция по проверке технического состояния вышек буровых установок АО «Уралмаш». НИИтяжмаш АО «Уралмаш», Госгортехнадзор России. – М., 1996. Действует с*

18.09.96 г. 4. *Коллакот Р. Диагностика поврежденного. Пер. с англ. – М.: Мир, 1998. – 512с.* 5. *Патон Б.Е. Неразрушающий контроль и надежность технических объектов //Вісн.АН УРСР. - №1. –С.71-76.* 6. *Механіка руйнувань і міцність матеріалів: Довідн. Посібник /З заг. Ред. В.В. Панасюка. –К.: Наук. Думка, 1998. – ISBN 5-12-000300-1. Т. 5: Неруйнівний контроль і технічна діагностика /за ред. З.Т. Назарчука. –Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України, 2001. -1134с. ISBN 996-02-1735-8.* 7. *РД 39-22-180-79 Методические указания по осмотру буровых вышек специальными бригадами. Миннефтепром, ВНИИТБ. – Баку, 1981. Действует с 01.10.79 г.* 8. *ГСТУ 320.02829777.014-99 Неруйнівний контроль та оцінка технічного стану металоконструкцій бурових веж в розібраному і зібраному стані. – Київ, 2000. Чинний від 01.05.2000 р.* 9. *СТП 320.00135390.068-2002 Система стандартів підприємства відкритого акціонерного товариства „Укрнафта”. Оцінка фактичного технічного стану основ бурових веж. Чинний від 01.10.2003 р.*

УДК 621.643

КОНТРОЛЬ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЛАСТМАСОВИХ ТРУБ У ПРОЦЕСІ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ

© Криничний П.Я., Грицив А.Б., Райтер П.М., 2005
Науково-виробнича фірма „ЗОНД”, м. Івано-Франківськ

Описано ультразвуковий спосіб вимірювання товщини стінки, діаметру та овальності поліетиленових труб. Досліджено чинники, які впливають на точність вимірювання і заходи їх вирішення. Описаний принцип роботи розробленої установки для контролю геометричних параметрів пластмасових труб та наведені її основні технічні показники.

Досвід використання труб з пластмас нараховує вже більш як 50 років. Вперше їх застосували в країнах Західної Європи для будівництва каналізаційних систем та водогонів. Європейські країни і сьогодні займають одне з чільних місць з використання пластмасових труб.

Лише Німеччина, Італія, Франція та Англія споживають 80% усього їх європейського виробництва. Поступово ці технології поширюються все більше, захоплюючи нові ринки, в тому числі і ринок України, і витісняючи труби з традиційних матеріалів (чавун, сталь, мідь).

Сьогодні пластмасові труби використовують для будівництва водогонів, артезіанських свердловин, систем меліорації, протічних і напірних каналізаційних колекторів, газопроводів, а також для обі-

гріву теплиць і підлог та захисту електричних кабелів. Широкий спектр використання таких труб обумовлений рядом переваг порівняно з трубами, виготовленими з традиційних матеріалів, зокрема:

- висока опірність корозії, інкрустації осаду, що збільшує термін експлуатації трубопроводів до 50 років;

- менша питома вага порівняно зі сталевими трубами, що полегшує транспортування та монтаж трубопроводів;

- висока опірність блукаючим струмам;

- низька теплопровідність;

- відсутність конденсації на зовнішній поверхні труби;

- можливість з'єднання із трубопроводами з інших матеріалів;