

Тема 4 Контроль проникаючими речовинами

Мета вивчення теми – ознаомлення з фізичними аспектами та загальною методикою проведення контролю проникаючими речовинами.

План лекції (2 год):

4.1 Загальні відомості про методи течешування.

4.2 Капілярні методи неруйнівного контролю.

4.1 Загальні відомості про методи течешування

При контролі проникаючими речовинами використовують газоаналітичний, газогідравлічний, вакуумно-рідинний і капілярний методи. Перші три методи об'єднані поняттям «течування», вони застосовуються для виявлення наскрізних дефектів відповідно в:

- судинах, балонах, аміачних трубопроводах;
- балонах і дюкерах;
- днищах і стінках резервуарів.

Капілярним методом можна контролювати наскрізні і не наскрізні дефекти на будь-яких твердих поверхнях.

Газоаналітичний метод полягає в наступному. Герметично закритий об'єкт наповнюють хімічно активним газом (аміак) під тиском. Як індикатор використовують відрізок лакмусового паперу або спеціальний портативний прилад - аналізатор. Лакмусом або датчиком газоаналізатора повільно сканують всю зовнішню поверхню об'єкта. У зоні, де є наскрізний дефект, утворюється витік аміаку, в результаті в цьому місці лакмус темнішає, а газоаналізатор дає відповідні показання.

Метод пов'язаний з використанням отруйного газу, тому необхідно застосування спеціальних захисних засобів: оператор повинен виконувати контроль в протигазі і гумових рукавичках. Лакмусовий спосіб дешевший, тому що не вимагає спеціальної апаратури, але при виявленні дефектів він пов'язаний з витратою індикаторного паперу.

Газогідравлічний метод в побуті іноді називають «міхуровим».. Герметично закритий об'єкт наповнюють повітрям під тиском і занурюють в прозору рідину (дюкери - підводні переходи різних трубопроводів через водойми - свідомо занурені в неї). У точці, де є наскрізний дефект, утворюється витік повітря в рідину, в результаті в цьому місці в рідині виникає ланцюжок висхідних бульбашок. У побуті цей метод добре знайомий велосипедистам - саме так вони виявляють дрібні проколи в камерах коліс.

Вакуумно-рідинний метод широко застосовується при контролі герметичності днищ і стінок резервуарів для зберігання нафти і нафтопродуктів. Засобами контролю є електричний вакуумний насос, вакуумний манометр і вакуум-камера, що представляє собою лист товстого оргскла зі штуцером, обнесений по контуру товстої смугою пористої гуми. Насос, манометр і камера з'єднані між собою гумовими шлангами. В якості

індикаторного засобу використовується рідке мило або звичайний косметичний шампунь. Контрольованій ділянці об'єкта рясно покривають шаром мила, накривають вакуум-камерою і відкачують з-під неї повітря. Ступінь вакуумування повинна бути не менше $-0,75 \text{ кгс / см}^2$. Якщо під камерою є наскрізний дефект, то під дією зовнішнього атмосферного тиску зовнішнє повітря спрямовується крізь нього в порожнину камери, і над дефектом виникає вспінювання мильного шару, яке оператор добре бачить крізь прозору кришку камери.

4.2 Капілярні методи неруйнівного контролю

Капілярний метод в цілому заснований на здатності речовин проникати в погано розкриті зовнішні і наскрізні дефекти в твердих стінках контрольованих об'єктів.

Капілярний метод підрозділяється на два різновиди: кольоровий і люмінесцентний. Основним індикаторним засобом тут служить спеціальна рідина з високою проникаючою здатністю - пенетрант (від грец. «пенетра» - проникаю). Як пенетрант застосовують різні рідкі розчини, найчастіше на основі гасу. Існують пенетранти, у яких в гас додають ацетон, бензин і барвник, або трансформаторне масло, скипидар і барвник, і ряд інших.

При кольоровому способі використовується пенетрант яскраво-червоного кольору, а для люмінесцентного застосовується рідина, що має властивість сяяти в ультрафіолетовому опроміненні. Люмінесцентруючі пенетранти представляють собою суміші органічних розчинників, масел, гасу з добавками поверхнево-активних речовин (ПАР) і люмінесцируючих речовин: масел, нафти, норіола, емульсолів і ін.

Для пошуку нерозпізнаних оком вузьких (розкриттям менше 10 мкм) тріщин контрольованій ділянці об'єкта зачищають від покриттів, очищають від забруднень, знежирюють спеціальним розчинником і рясно покривають шаром пенетранта. Після деякої витримки (5-7 хв, для просочення пенетрантом можливих дефектів) надлишки пенетранта ретельно видаляють неворсистою бавовняною ганчіркою і при кольоровому способі покривають ділянку іншою спеціальною рідиною - білим проявником, що представляє собою суспензію крейди або гашеного вапна в летучому рідкому носії. По мірі висихання проявник перетворюється в білу високопористу кірку, і лишаючись в порожнині дефекту пенетрант за рахунок капілярного ефекту починає підніматися в проявник і внаслідок хаотичності пір розходитися над дефектом по ширині. В результаті червоний слід на білому тлі над дефектом стає досить широким, щоб бути помітним людським оком. Як проявник також можуть використовуватися агар-агар, крохмаль, порошок окису магнію, суспензія каоліну в ацетоні і багато інших матеріалів, які адсорбують пенетрант, що проник в дефекти, і тим самим дозволяють фіксувати їх на поверхні контрольованого об'єкта.

При люмінесцентному способі після видалення надлишків пенетранта ділянку висвітлюють спеціальним ультрафіолетовим ліхтарем. Пенетрант, що

зберігся в порожнинах дефектів, починає світитися, показуючи оператору ці дефекти.

Капілярний метод також може бути використаний в цілях течопошуку. Для цього одну поверхню стінки об'єкта покривають проявником, а іншу (протилежну) - пенетрантом. Якщо в даній зоні є наскрізна дефект, пенетрант через деякий час проникне крізь нього в проявник і викличе на протилежній поверхні помітний слід.

Вибір набору реактивів для проведення капілярного контролю в реальних умовах здійснюється на підставі заздалегідь визначеної шорсткості поверхні контролю.

Під час кожної з операцій капілярного контролю поверхню тріщини вступає в контакт з декількома дефектоскопічними матеріалами, в основному з рідинами, тому в явищі змочування поверхні деталі різними рідкими дефектоскопічними матеріалами грає першорядну роль. Тільки завдяки змочуванню можливий контакт між дефектом і дефектоскопічними матеріалами і реалізація капілярного контролю.

Ефективність кожної операції залежить від декількох фізичних явищ, які визначаються фізико-хімічними властивостями контактуючих середовищ і матеріалу об'єкта. Однак складність вибору властивостей дефектоскопічних матеріалів полягає в тому, що в різних операціях одна і та ж рідина повинна мати навіть протилежні властивості. Так, при заповненні тріщини індикаторна рідина повинна мати гарну проникаючу здатність, щоб якомога краще заповнити порожнину дефекту. Але парадокс полягає в тому, що таку рідину потім важко витягти з тріщини при прояві. В результаті пенетрант залишиться в тріщині і не утворює сліду на поверхні, тобто тріщина таким пенетрантом не буде виявлено.

Крім того, слід відразу звернути увагу на те, що крім взаємодії рідких дефектоскопічних матеріалів з твердими поверхнями не можна не брати до уваги взаємодію рідин між собою, а також з газами. Явища розчинення, адсорбції, емульгування, дифузії серйозно впливають на кінцевий результат контролю, перш за все на його чутливість.

Знання фізичних явищ, що лежать в основі операцій капілярного контролю, дозволяє вживати заходів для підвищення чутливості і надійності контролю і виключати фактори, що знижують чутливість і призводять до неадекватних результатів.

Змочування деталі дефектоскопічними матеріалами - головна умова капілярного контролю. Змочування визначається взаємним тяжінням молекул рідини і твердого тіла. Сильний вплив на змочування надає стан поверхні її (мікрорельєф і чистота). Наприклад, шар масла на поверхні сталі або скла різко погіршує її смачиваемість водою, тому важлива роль очищення поверхні від жирів, масел та інших забруднень деталі перед капілярним контролем.