



УКРАЇНА

(19) UA (11) 33547 (13) A

(51) 6 E04H7/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ РЕМОНТУ СТІНКИ РЕЗЕРВУАРУ

(21) 99031277

(22) 09.03.1999

(24) 15.02.2001

(33) UA

(46) 15.02.2001, Бюл. № 1, 2001 р.

(72) Білецький Семен Михайлович, Барвінко Юрій Павлович, Голінко Володимир Михайлович, Барвінко Андрій Юрійович, Гончар Олег Юрійович, Тулін В'ячеслав Григорович

(73) ТОВ "Ремекс"

(57) 1. Спосіб ремонту стінки резервуару, згідно з яким виконують вирізку частини стінки резервуару переважно з монтажними вертикальними зварними з'єднаннями, установлення в отвір, який виник внаслідок вирізки, одного або декількох завальцьованих листів, приварку листів по контуру, контроль якості зварних з'єднань, гідровипробування резервуара, який **відрізняється** тим, що вирізку отвору виконують довжиною L , яка повинна бути не менше, ніж це визначається із співвідношення

$$R_1 \sin \frac{90 L}{\pi R_1} = R_2 \sin \frac{90 (L + 2\Delta)}{\pi R_2},$$

де R_1 - проектний радіус середньої поверхні стінки резервуару;

$$R_2 = \frac{R_1}{1 + 2\sigma_T R_1 / Et};$$

σ_T - границя текучості сталі, із якої виготовлено ділянку стінки, що вирізається; E - модуль нормаль-

ної пружності сталі; t - товщина ділянки стінки, що вирізається; Δ - величина поперечної усадки вертикального шва, який з'єднує лист, що встановлюється, зі стінкою; установлення завальцьованих листів і складання вертикальних стиків в отворі виконують після їх тимчасового деформування в стадії пружності сталі, надаючи листам менший в порівнянні з проектним радіус кривизни $R_{\text{тимч.монт.}}$, величину якого визначають із співвідношення

$$R_{\text{тимч.монт.}} = R_2,$$

зварювання вертикальних стиків виконують після зняття пристроїв, при допомозі яких створюють тимчасове деформування листів.

2. Спосіб по п.1, який **відрізняється** тим, що заміну листами дефектних ділянок стінки резервуара, переважно з монтажними вертикальними зварними з'єднаннями, виконують по черзі в напрямку знизу вверх резервуара.

3. Спосіб по пп. 1, 2 який **відрізняється** тим, що складання і зварювання кільцевого з'єднання установленого листа виконують після складання і зварювання примикаючих до кільцевого з'єднання вертикальних стиків.

4. Спосіб по пп. 1, 2, 3, який **відрізняється** тим, що перед вирізкою дефектної ділянки вертикального шва закріплюють стінку в зоні вирізки її поясів за допомогою вертикальних стояків та горизонтальних ригелів.

Винахід відноситься до галузі нафтохімічного, нафтопереробного виробництва, переважно до галузі зберігання нафти і нафтопродуктів, і його можна використати при ремонті стінок наземних вертикальних циліндричних сталевих зварних резервуарів, а також інших зварних листових конструкцій резервуарного типу, побудованих як індустріальним способом із зварних рулонованих заготовок, так і способом листового складання і зварювання на монтажному майданчику.

Аналогом винаходу є спосіб ремонту стінки резервуару (див.: Правила технической эксплуатации резервуаров и инструкции по их ремонту. - М.: Недра, 1988. - 269 с.). Цей спосіб використовують для ремонту стінки резервуару, в вертикальному стиковому шві якої виникла тріщина. Згідно

з цим способом розчищають дефектне місце, виявляють кінці тріщини, свердлом діаметром 8 мм по кінцям тріщини роблять отвори, вирізають дефектну ділянку стінки резервуару на всю висоту пояса і в вирізаний отвір вварюють новий завальцьований лист.

Недоліком даного аналога є відсутність визначення оптимальної довжини листа, а також відсутність попереднього вигину листа для компенсації поперечної усадки при зварюванні вертикальних швів листа з метою одержання заданої геометричної форми.

Якщо довжина листа буде меншою за оптимальну довжину, то при попередньому вигині лист буде деформуватися з виникненням пластичних деформацій, які, в свою чергу, не дозволяють ви-

користати "зайвий" метал попереднього вигину для компенсації поперечної усадки при зварюванні вертикальних швів листа. Внаслідок цього усадка стикових вертикальних зварних з'єднань здійснюється за рахунок поруч розташованих ділянок стінки, що приводить до втрати її місцевої стійкості і до недопустимого погіршення геометричної форми стінки.

У випадку, якщо довжина листа буде більшою за оптимальну довжину, то це приведе до збільшення матеріальних і фінансових витрат та терміну ремонту резервуару.

Метою даного винаходу є забезпечення проектної геометричної форми в процесі ремонту стінки резервуару при мінімальних трудових, матеріальних і фінансових витратах та термінах виконання ремонтних робіт.

Поставлена мета досягається тим, що в відомому способі ремонту стінки резервуару, що включає операції вирізки частини стінки, установлення в отвір завальцьованих листів, приварку листів, контроль якості зварних з'єднань, гідро випробування резервуару, технологічну операцію вирізки отвору в зоні дефектної ділянки виконують довжиною L , яка повинна бути не менше, ніж це визначається із співвідношення

$$R_1 \sin \frac{90 L}{\pi R_1} = R_2 \sin \frac{90 (L + 2\Delta)}{\pi R_2}, \quad (1)$$

де R_1 - проектний радіус серединної поверхні стінки резервуару;

$$R_2 = \frac{R_1}{1 + 2\sigma_t R_1 / E t}; \quad (2)$$

σ_t - границя текучості сталі, із якої виготовлено ділянку стінки, що вирізається; E - модуль нормальної пружності сталі; t - товщина ділянки стінки, що вирізається; Δ - величина поперечної усадки вертикального шва, який з'єднує лист, що встановлюється, зі стінкою; установлення завальцьованих листів і складання вертикальних стиків в отворі виконують після їх тимчасового деформування в стадії пружності сталі, надаючи листам менший порівняно з проектним радіус кривизни $R_{\text{тимч.монт.}}$, величину якого визначають із співвідношення

$$R_{\text{тимч.монт.}} = R_2, \quad (3)$$

зварювання вертикальних стиків виконують після зняття пристроїв, при допомозі яких створюють тимчасове деформування листів.

Друга відмінність полягає в тому, що заміну листами дефектних ділянок стінки резервуару, переважно з монтажними вертикальними зварними з'єднаннями, виконують по черзі в напрямку знизу-вверх стінки резервуару.

Третя відмінність полягає в тому, що складання і зварювання кільцевого з'єднання установленного листа виконують після складання і зварювання примикаючих до кільцевого з'єднання вертикальних стиків установлених суміжних листів.

Крім того, перед вирізкою дефектної ділянки вертикального шва закріплюють стінку в зоні вирізки її поясів за допомогою вертикальних стояків і горизонтальних ригелів.

Винахід пояснюється кресленнями.

На фіг. 1 зображено загальний вигляд наземного вертикального циліндричного сталевго зва-

рного резервуару з відремонтованими ділянками стінки.

На фіг. 2 зображено фрагмент стінки з відремонтованим вертикальним зварним з'єднанням згідно з запропонованим способом.

Приклад конкретного виконання

Виконувався капітальний ремонт стінки наземного вертикального циліндричного сталевго зварного резервуару місткістю 20 тис. куб. м для зберігання нафти при наступних вихідних даних. Діаметр резервуару - $D_{\text{вн.}} = 39900$ мм (фіг. 1), радіус серединної поверхні стінки дорівнює 19958 мм, висота стінки $H_{\text{ст}} = 17880$ мм (фіг. 2). Стінка 1 по висоті складається із 12 поясів. Товщина нижнього, першого, рахуючи знизу, поясу дорівнює 16 мм, а виготовлений він із сталі марки 09Г2С-12 з $\sigma_t = 323$ МПа і $E = 2,06 \times 10^5$ МПа. Поперечне скорочення (усадка) одного вертикального стикового з'єднання цього нижнього поясу при ручному дуговому зварюванні з Х-подібним розробленням кромок $\Delta = 1,96$ мм (див.: Кузьминов С.А. Сварочные деформации судовых корпусных конструкций. - Л.: Судостроение, 1974. - С. 135, рис.79).

При технічній діагностиці такого резервуару монтажних і заводських вертикальних 2 (фіг. 1) і кільцевих 3 зварних з'єднань стінки 1 виявляють недопустимі дефекти типу: тріщин втомленості по лінії сплавлення шва і по основному металу, кутових деформацій, зміщень кромок, а також грубої поверхні швів з порушенням вимог нормативного документу СНІП 3.03.01-87 "Несущие и ограждающие конструкции", табл. 41 до якості зварних з'єднань.

Перелічені дефекти монтажних зварних з'єднань, виконуваних на будівельному майдані на вертикальній площині, як правило, ручним дуговим зварюванням, а також заводських зварних з'єднань можна відремонтувати лише за допомогою повного видалення дефектної ділянки вертикального з'єднання і установки замість неї нових листів. При цьому можливі варіанти ремонту вертикальних зварних з'єднань стінки, коли достатньо одного листа 4 (фіг. 1), або декількох листів 5-16 (фіг. 2).

Листи, які призначені для використання при ремонті стінки резервуару, попередньо завальцьовують, наприклад, на три- або чотиривалькових вальцах, а потім обрізають обидві прямолінійні кінцеві ділянки, наприклад, по 200...400 мм – залежно від типу використаних вальців, з тим, щоб по всій довжині листа була забезпечена проектна кривизна $1/R_1$.

Оптимальну довжину L (фіг. 2) листа визначають із умови недопущення пластичних деформацій в завальцьованому листі в процесі попереднього його тимчасового вигину для компенсації усадки вертикальних швів. Тільки в цьому випадку при усадці, наприклад, обох вертикальних швів 17, 18 (фіг. 2) листа 10 необхідна довжина буде "вибиратись" із пружно деформованого листа, а не із стінки 1.

Оптимальну довжину L (фіг. 2) згідно з даним винаходом визначають в наступній послідовності.

За формулою (2) визначають величину радіуса тимчасового деформування в стадії пружності металу

$$R_2 = R_{\text{типл. монт.}} = \frac{R_1}{1 + 2 \sigma_r R_1 / E t} =$$

$$= \frac{19,958}{1 + 2 \cdot 323 \cdot 19,958 / (2,06 \cdot 10^5 \cdot 0,016)} = 4,063 \text{ м.}$$

Потім із співвідношення (1) методом підбору визначають оптимальну довжину L для вирізки отвору в стінці резервуара

$$R_1 \sin \frac{90 L}{\pi R_1} = R_2 \sin \frac{90 (L + 2 \Delta)}{\pi R_2},$$

а) припускають, що $L = 1,000$ м:

$$19,958 \sin \frac{90 \cdot 1}{\pi \cdot 19,958} = 4,063 \sin \frac{90 \cdot (1,000 + 2 \cdot 0,00196)}{\pi \cdot 4,063};$$

$$0,499947699 < 0,500684058;$$

б) припускають, що $L = 1,200$ м:

$$19,958 \sin \frac{90 \cdot 1,2}{\pi \cdot 19,958} = 4,063 \sin \frac{90 \cdot (1,20392)}{\pi \cdot 4,063};$$

$$0,599909625 > 0,599760209$$

в) припускають, що $L = 1,171$ м:

$$19,958 \sin \frac{90 \cdot 1,171}{\pi \cdot 19,958} = 4,063 \sin \frac{90 \cdot (1,171 + 2 \cdot 0,00196)}{\pi \cdot 4,063};$$

$$0,58541602 \approx 0,58541527.$$

Таким чином, для даного конкретного випадку $L = 1,171 \text{ м} = 1171 \text{ мм}$.

В прикладі конкретного виконання можливо використати лист-вставку, довжина якого більше за оптимальну довжину, тобто $L > 1171 \text{ мм}$.

Але використання такого листа-вставки призведе до помітного збільшення фінансових затрат:

а) на придбання самого листа-вставки збільшеного розміру по довжині, а значить, і по масі листа, що буде коштувати значно дорожче;

б) на зварювальні матеріали - на покупку зварювальних електродів;

в) на контроль якості зварних з'єднань фізичним (радіографічним або ультразвуковим) методом.

Крім того, на виконання робіт, зв'язаних з складанням листа - вставки збільшених розмірів в отворі, зварюванням і контролем якості зварних монтажних з'єднань буде потрібен більший термін виконання згаданих технологічних операцій.

Визначена оптимальна довжина L листа розподіляється переважно симетрично відносно виявленого дефекту на стінці, наприклад, симетрично вертикального зварного з'єднання - на фіг. 2 відкладено по $L/2$ в обидві сторони від осі 19 вертикального зварного з'єднання 20.

Висоту листа B (фіг. 2) призначають залежно від висоти дефектної ділянки вертикального з'єд-

нання. Як правило, вона буває рівною висоті пояса h_n стінки 1.

Товщину і марку сталі листа назначають такими, якими вони є для ділянки стінки, яку лист замінює.

Запропонований спосіб ремонту дозволяє приводити геометричну форму і конструкцію стінки існуючих резервуарів до вимоги нормативного документу України "Резервуари вертикальні сталеві для зберігання нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа" ВБН В.2.2-58.2-94, п.4.3, а також вимоги нормативного документу Американського нафтового інституту "Welded steel tanks for oil storage" API 650, п.3.1.5.1, згідно з якими вертикальні шви з'єднань у суміжних поясах стінки повинні бути зміщені один відносно одного на мінімальну величину $15t$, але не менше, ніж 200 мм, де t - товщина листів більш товстого поясу в точці зміщення.

Таким чином, вертикальні зварні з'єднання 2 (фіг. 1) стінки, виконані із розташуванням в пряму лінію вертикальних з'єднань листів поясів, переводять в з'єднання, виконані зі зміщенням вертикальних з'єднань суміжних поясів (фіг.2).

Крім того, виконують зміщення кільцевих зварних з'єднань 21 листа і існуючого кільцевого зварного з'єднання 22 суміжних поясів, наприклад, на величину не менше 100 мм, що дає можливість виконати вимогу, яка полягає в тому, що не дозволяється виконувати більше ніж два рази для низьковуглецевої сталі ремонт одного і того ж шва.

Складання і зварювання кільцевих з'єднань листа виконують після закінчення зварювання вертикальних з'єднань листа, а також суміжних листів, розташованих зверху і знизу даного листа.

Перед видаленням дефектної ділянки стінки (вертикального шва) попередньо закріплюють твірні стінки в зоні розрізки поясів з допомогою вертикальних стояків і горизонтальних ригелів.

Заміну дефектних ділянок стінки (вертикального зварного з'єднання) декількома листами виконують по черзі в напрямі знизу - вверху стінки резервуару.

Використання запропонованого способу ремонту стінки резервуару в порівнянні з відомим способом дозволяє забезпечити після ремонту проектну геометричну форму кругового циліндра для стінки при мінімальних трудових матеріальних, фінансових затратах і термінах виконання ремонтних робіт.

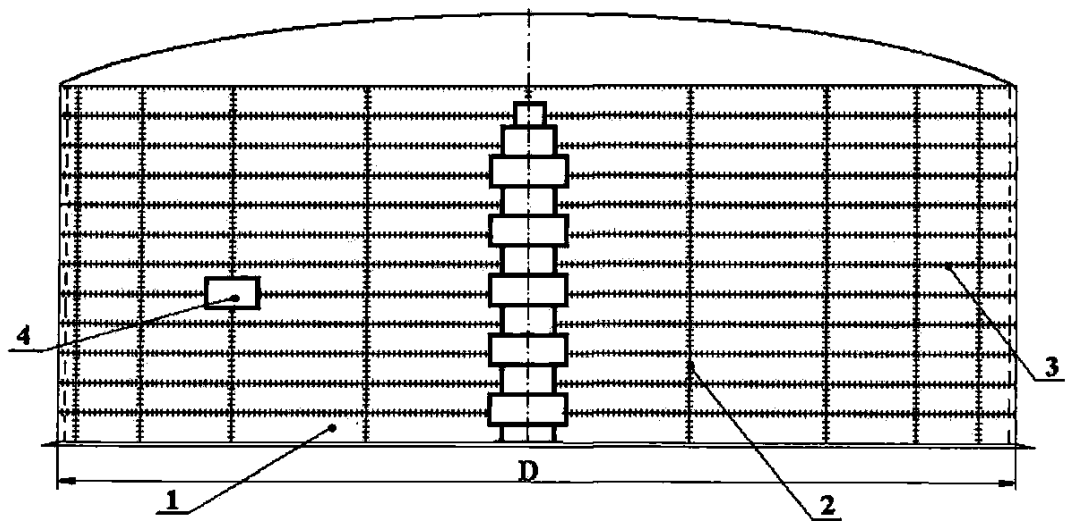


Fig. 1

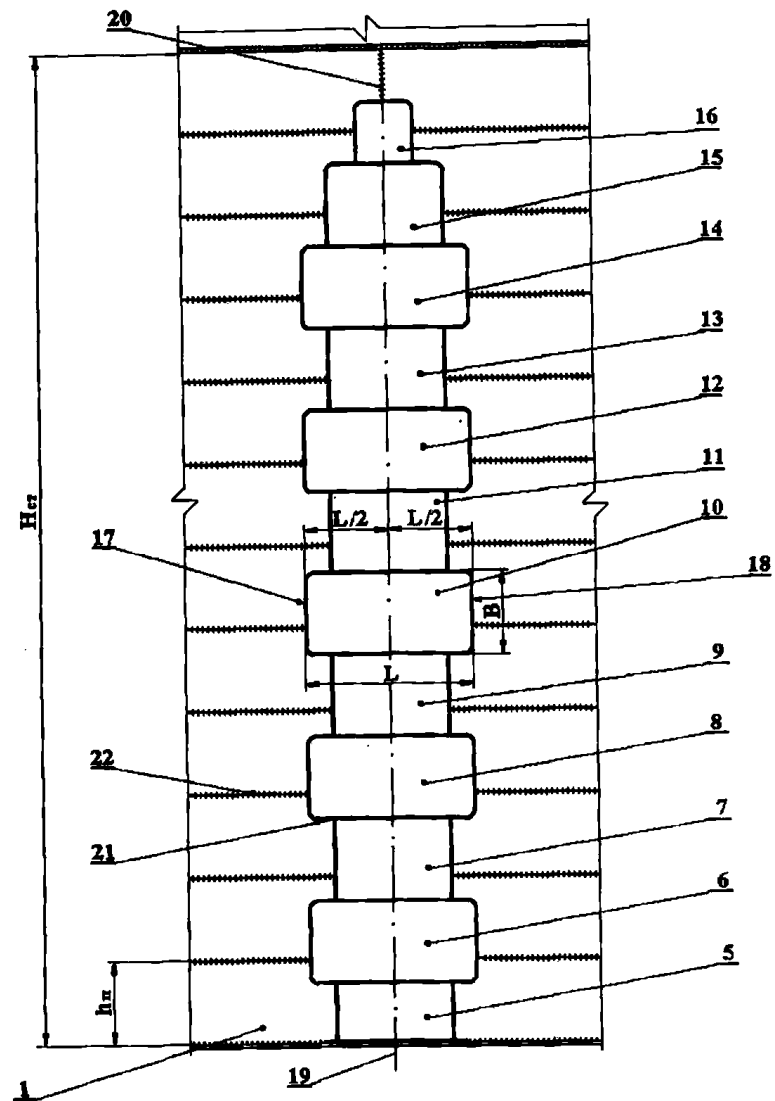


Fig. 2

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60х84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
