



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 44934

(13) C2

(51) B 23P6/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВІДНОВЛЕННЯ КОРПУСУ ШЕСТИЕРЕННОЇ ГІДРОМАШИНИ ПЛАСТИЧНИМ ДЕФОРМУВАННЯМ

1

2

(21) 2000084770

(22) 10 08 2000

(24) 15 03 2002

(46) 15 03 2002, Бюл. № 3, 2002 р.

(72) Кулешков Юрий Володимирович, Черновол Михайло Іванович, Надворний Борис Євдокимович, Сенченков Ігор Костянтинівич, Дубовик Віктор Олександрович

(73) КІРОВОГРАДСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) 1 Новиков А.Н. Ремонт объемных гидромашин. Учебное пособие – Орел. Орловская государственная сельскохозяйственная академия, 1995г. – 72

2 SU № 1232451, АІ, МКИ В23 Р 6/00, 23 05 86 Бюл. №19

3 Ульянов И.У., Костюшин А.К., Федоров С.И. Наплавка незамкнутых криволинейных поверхностей. Техника в сельском хозяйстве 1979г. №8, с. 61 - 64

4 Технология ремонта машин и оборудования / Под ред. И.С. Левитанского. Изд. 2-е, перераб. и доп., М. «Колесо», 1975г., с. 396 – 402

(57) 1 Спосіб відновлення корпусу шестеренної гідромашини пластичним деформуванням, який включає операції, послідовно, нагрівання корпусу, витримки у цьому стані, пластичного деформування в клиновому штампі з пуансонами, які обмежують течію металу, загартування корпусу нагріванням до температури 525-535°С з витримкою при

цій температурі протягом 20-30 хвилин та наступним охолодженням у воді при температурі 50-75°С, і механічної обробки, який відрізняється тим, що пластичне деформування здійснюють на величину пластичної деформації $\Delta d_{\text{деф}}$, визначену окремо для кожної ділянки колодязів корпусу у відповідності з умовою

$$\Delta d_{\text{деф}} = \Delta d_{\text{ан}} + \Delta d_{\text{пр}} - \Delta d_{\text{тдеф}},$$

де $\Delta d_{\text{тдеф}}$ - зміна діаметра колодязя корпусу в процесі пластичного деформування,

$\Delta d_{\text{ан}}$ - зміна діаметра колодязя корпусу в результаті зносу,

$\Delta d_{\text{пр}}$ - припуск під наступну механічну обробку,

$\Delta d_{\text{деф}}$ - зміна діаметра колодязя корпусу при термічному деформуванні під час загартування

2 Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що пластичне деформування корпусу здійснюють за 3-4 цикли, при цьому корпус нагрівають до температури 540-550°С, а кожне наступне нагрівання проводять після охолодження корпусу до температури початку рекристалізації металу корпусу

3 Спосіб за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що охолодження корпусу при загартуванні проводять з зовнішньої сторони

3 Спосіб за пп. 1-3, який відрізняється тим, що після механічної обробки корпусу проводять його опресування при тиску 32 МПа з витримкою протягом 3 хвилин

Винахід відноситься до області ремонту машин, а саме до технології ремонту корпусів шестеренних гідромашин, і може бути використаний при централізованому ремонті шестеренних гідромашин на ремонтних підприємствах

Існує спосіб відновлення корпусу шестеренної гідромашини нанесенням композиційних полімерних матеріалів на основі епоксидних смол шляхом нанесення шпателем на ретельно знежирені поверхні колодязів корпусу шару епоксидного композиційного складу, який витримують протягом 1-2 годин при температурі 18-20°С, а потім ще 2 години

у сушильній шафі при температурі 120-220°С. Для відновлення корпусів застосовується наступний епоксидний композиційний склад: 100 вагових частин смоли ЕД-6, 20 вагових частин алюмінієвої пудри (або 160 вагових частин залізного порошку), 15 вагових частин дибутилфталату. Перед застосуванням епоксидного композиційного складу до нього додатково вводять отверджувач [1]

Відомі ряд способів відновлення корпусу шестеренної гідромашини шляхом використання додаткових ремонтних деталей

Метод гільзування полягає в наступному внут-

(13) C2

(11) 44934

(19) UA

рішню поверхню колодязів корпусу розточують під збільшений розмір, на знежирені поверхні пльозі корпусу наносять епоксидний клейовий склад і запресовують пльозу. Потім протягом 2 годин корпус висушується в сушильній шафі при температурі 180–220°C. Механічна обробка корпусу зводиться до обробки привалочної площини і розточування колодязів корпусу під необхідний розмір [1].

Відомий спосіб відновлення корпусу шестеренної гідромашини шляхом встановлення ремонтної вставки. Спосіб передбачає виконання наступних операцій. Механічну обробку внутрішньої поверхні корпусу, постановку в корпус ремонтних вставок, висота яких відповідає висоті ділянок корпусу, що спряжені з шестернями і фіксацію їх втулкам [2].

До недоліків цих методів слід віднести досить низьку якість відновлення корпусу шестеренної гідромашини. Це пояснюється тим, що

По - перше, розточування стінок корпусу веде до зменшення їх поперечного перерізу.

По - друге, неоднорідністю складу матеріалу корпусу, який не в змозі працювати, як одне ціле, що призводить до значних деформацій корпусу під час роботи гідромашини. Так деформація корпусу гідромашини під час роботи складає

- при відновленні корпусу епоксидною композицією у поясі верхніх втулок - 165 мкм, а у його дна - 90 мкм [4].

- при відновленні корпусу гільзуванням, та постановкою ремонтної вставки у поясі верхніх втулок - 180 мкм, а у його дна - 70 мкм [4].

По-третє, неоднорідність складу матеріалу корпусу з точки зору різних коефіцієнтів теплового розширення веде до зниження довговічності та надійності таких корпусів завдяки тому, що нагрівання корпусу під час роботи гідромашини веде до відшаровування вище наведених покриттів.

Відомий спосіб відновлення корпусу шестеренної гідромашини рідким штампуванням, який включає наступні операції

- розточування корпусу перед заливанням рідкого металу на фрезерному верстаті 6М82,

- відновлення корпусу рідким штампуванням сплавом алюмінію в спеціальному пристосуванні на пресі зусиллям 1000 кН,

- послідовна механічна обробка корпусу після штампування [1].

Цьому способу притаманні ті ж недоліки, що й попереднім, хоч і дещо не так яскраво виражені.

Відомі способи відновлення корпусу шестеренної гідромашини електродуговим наплавленням в середовищі захисних газів, зокрема аргону. При цьому можуть бути застосовані різні схеми наплавлення.

І. Е. Ульманом і ін. [3] пропонується наплавляти внутрішні циліндричні поверхні по гвинтовій лінії вольфрамовим електродом, який не плавиться. Технологія наплавлення електродом, що не плавиться, передбачає наплавлення зношених колодязів корпусу зварювальним дротом Св. АМГб ГОСТ 7871-63 при наступних режимах величина зварювального струму 260–28 А, швидкість наплавлення 55–65 м/год, діаметр присадочного дроту 2 мм, крок наплавлення 5 мм, діаметр вольфрамового електроду 5 мм, витрати аргону 6–8 л/хв, тем-

пература попереднього підігріву корпусу 200–215°C. Товщина наплавленого шару 1,4–1,6 мм. Твердість наплавленого металу складає 110–126 НВ, в той час коли твердість основного металу складає 85–95 НВ.

Існує також спосіб відновлення корпусу шестеренної гідромашини шляхом наплавлення внутрішніх циліндричних поверхонь колодязів корпусу по твірній циліндричної поверхні вольфрамовим електродом, який не плавиться. Технологія наплавлення передбачає наплавлення зношених колодязів корпусу зварювальним дротом Св. АМГб ГОСТ 7871-63 при таких же режимах, як і в попередньому способі наплавлення. Товщина наплавленого шару становить при цьому 1,2–1,5 мм. Твердість наплавленого металу складає 90–120 НВ, в той час коли твердість основного металу складає 85–95 НВ.

Запропоновані способи відновлення корпусу шестеренної гідромашини передбачають слідом за термічною обробкою механічне розточування колодязів корпусів під відповідний розмір.

До недоліків описаних способів слід віднести негативний вплив високої температури від електричної дуги під час відновлення корпусу шестеренної гідромашини, який впливає на мікроструктуру наплавленого шару металу та на основний метал корпусу і розповсюджується на глибину понад 10 мм. Окрім того до недоліків цих способів слід віднести також і неоднорідність складу основного і наплавленого металу корпусу. Все це негативно впливає на якість відновлення. По-перше, значне зростання внутрішніх напруг розтягування при наплавленні призводить до втрати корпусом міцності від утомленості, в окремих випадках до 40%. По-друге, значне зростання зерна мікроструктури металу, як самого наплавленого шару, так і металу корпусу призводить до значного зниження корпусом міцності від утомленості пластичності, що в свою чергу веде до підвищення ймовірності крихкого руйнування корпусу під час роботи під впливом знакозмінних навантажень.

Відомий спосіб відновлення колодязів корпусу шестеренної гідромашини нанесенням гальванічних покриттів сплавів цинк-залізо або цинк-нікель. Рядження покриттів здійснюють за допомогою спеціальних електродів з електроліту наступного складу: цинк сірчанокислий - 220–240 г/л, нікель сірчанокислий - 40–60 г/л, кислота борна 20–30 г/л, натрій сірчанокислий 40–60 г/л. Режими осадження покриття: температура електроліту 18–25°C, кислотність pH 2–3, щільність струму 60–100 А/дм². Товщина покриття деталей складає 0,8 мм, що дозволяє відновити більшість корпусів, що поступають в ремонт [1].

Після нанесення покриттів здійснюють розточування колодязів корпусів під відповідний розмір.

До недоліків цього способу відновлення корпусу шестеренної гідромашини слід віднести неоднорідність складу матеріалу корпусу, який не в змозі працювати, як одне ціле. В умовах постійної зміни навантаження та температури, які виникають під час роботи гідромашини, це призводить до відшарування покриття. Крім того зростання внутрішніх напруг розтягування при нанесенні гальванічних покриттів призводить до втрати корпусом міцності.

від утомленості в окремих випадках до 40%

З наведеного бачимо, що відомі способи відновлення корпусів шестеренних гідромашин шляхом нанесення покриттів не в змозі забезпечити необхідної якості відновлення. Це пояснюється тим, що відновлені такими способами корпуси не в змозі працювати як одне ціле. А тому значні температурні і механічні навантаження призводять у більшості випадків до відшарування покриттів.

Найбільш близьким по технічній суттєвості до винаходу, що пропонується, є спосіб відновлення корпусу шестеренної гідромашини пластичним деформуванням, що включає операції нагрівання корпусу до температури 470–490°C, витримки при цій температурі на протязі 30–35 хвилин, пластичного деформування в клиновому, штампі з пуансонами, що обмежують течію металу з наступним нагріванням корпусу до температури 520–535°C, витримки при цій температурі 20 хвилин і загартуванням у воді при температурі 50–75°C, із послідовним старінням, що полягає у нагріванні корпусу до температури 170–180°C, витримці при цій температурі на протязі 4 годин і охолодженні на повітрі та з наступною механічною обробкою [4].

Цьому способу притаманні ряд переваг порівняно з вищенаведеними способами, зокрема наступні:

зниження деформацій корпусу під час роботи гідромашини у поясі - верхніх втулок - 55мм, а у його дна - 30мм [4], що вище навіть порівняно з новим корпусом, в якого деформації лежать відповідно у межах 115мм і 30мм [4].

підвищення міцності від утомленості, навіть в порівнянні з новим корпусом, який виготовляють з заготовок отриманих литтям,

запіковуванням мікротріщин, які утворюються під час експлуатації корпусу гідромашини.

Але й цьому способу притаманні ряд суттєвих недоліків, зокрема доволі низька якість відновлення, значні енергетичні та трудові витрати, зниження об'ємної подачі і коефіцієнту об'ємної подачі гідромашини, доволі обмежена область застосування, низька продуктивність, та недостатня стійкість проти корозійного зносу.

Це може бути пояснено наступним:

По-перше, відомо, що корпус гідромашини має нерівномірний знос стінок колодязів корпусу. Відомо також, що знос стінок колодязів корпусу зі сторони камери всмоктування може у десять разів перевищувати знос стінок колодязів корпусу зі сторони камери нагнітання і досягати 0,5мм і більше. Деформування стінок корпусу, безвідносно до ступеня його зносу, тягне за собою зменшення поперечного перерізу стінок корпусу, зокрема майже незношених стінок колодязів зі сторони камери нагнітання, які відповідають в першу чергу за деформацію корпусу під час роботи гідромашини. Це пояснюється тим, що процес відновлення відбувається за рахунок перерозподілу металу з зовнішніх частин корпусу до внутрішніх.

Окрім того таке деформування веде до рівномірного видалення металу під час послідовної механічної обробки корпусу, тим самим ситуація ще погіршується. Таким чином бачимо, що вищенаведені чинники призводять до зниження якості, значним енергетичним та трудовим витратам та зни-

женню об'ємної подачі і коефіцієнту об'ємної подачі гідромашини завдяки збільшенню деформацій корпусу, що веде до збільшення втрат робочої рідини під час роботи гідромашини.

По-друге, сплав АЛ-9, з якого виготовляють корпус шестеренної гідромашини слід віднести до важкодеформуваних сплавів. Дійсно відносно подовження сплаву становить всього $\delta = 4,5 \pm 0,82\%$ а тому при відновленні корпусів з відносно великими зносами, які перебільшують 0,15–0,20мм відновлювати способом, який відповідає прототипу стає неможливим.

По-третє, деформування корпусу під час роботи гідромашини, його міцність від утомленості безпосередньо залежить, як від макроструктури, так і від мікроструктури металу корпусу. Під макроструктурою або текстурою будемо розуміти форму зерен та їх розташування відносно зусилля, що навантажує корпус під час роботи гідромашини. Спосіб відновлення корпусу шестеренної гідромашини пластичним деформуванням за прототипом не передбачає таких операцій, які б впливали на макроструктуру і мікроструктуру матеріалу корпусу. А звідси і недостатня якість відновлення та зниження об'ємної подачі і коефіцієнту об'ємної подачі гідромашини завдяки збільшенню деформацій корпусу, що веде до збільшення втрат робочої рідини під час роботи гідромашини.

Задача, яку вирішує винахід полягає в підвищенні якості і продуктивності.

відновлення корпусу шестеренної гідромашини, зниженні енергетичних та трудовитрат, а також розширення області застосування.

При цьому під підвищенням якості способу мається на увазі забезпечен необхідної величини - припуску на максимальне зношені ділянки корпусу при збереженні властивості чинити опір деформуванню під час роботи насоса, а також підвищення об'ємної подачі і коефіцієнту об'ємної подачі гідромашини, що ремонтуються та підвищення стійкості корпусів проти корозійного зношування.

Задача підвищення якості ремонту корпусу шестеренної гідромашини зниження енергетичних та трудових витрат вирішується за рахунок того, що в способі відновлення корпусу шестеренної гідромашини пластичним деформуванням, який включає операції, послідовно, нагрівання корпусу, витримки у цьому стані, пластичного деформування в клиновому штампі з пуансонами, які обмежують течію металу, загартування корпусу нагріванням до температури 525–535°C з витримкою при цій температурі протягом 20–30 хвилин та - послідовним охолодженням у воді при температурі 50–75°C, і механічної обробки, згідно винаходу, пластичне деформування здійснюють на величину пластичної деформації $\Delta d_{\text{деф}}$, визначену окремо для кожної ділянки колодязів за умовою

$$\Delta d_{\text{деф}} = \Delta d_{\text{зн}} + \Delta d_{\text{пр}} - \Delta d_{\text{стаф}} \quad (1)$$

де $\Delta d_{\text{деф}}$ - зміна діаметра колодязів корпусу в процесі пластичного деформування,

$\Delta d_{\text{зн}}$ - зміна діаметра колодязів корпусу в результаті зносу,

$\Delta d_{\text{пр}}$ - припуск під наступну механічну обробку,

$\Delta d_{\text{деф}}$ - зміна діаметра колодязів корпусу при термічному деформуванні під час загартування

Задача подальшого підвищення якості ремонту гідромашини, зниження енергетичних та трудових витрат, підвищення об'ємної подачі і коефіцієнта об'ємної подачі та розширення області застосування, вирішується тим, що нагрівання і деформування корпусу здійснюють за 3-4 цикли, при цьому корпус нагрівають до температури 540-550°C, а наступне нагрівання циклу проводять після охолодження корпусу до температури початку рекристалізації металу корпусу

Окрім того задача подальшого підвищення якості ремонту корпусу шестеренної гідромашини, зниження енергетичних та трудових витрат відновлення, підвищення об'ємної подачі і коефіцієнта об'ємної подачі та розширення області застосування вирішується тим, що охолодження корпусу при загартуванні проводять з зовнішньої сторони

І, нарешті, підвищення якості, підвищення об'ємної подачі і коефіцієнта об'ємної подачі досягають, також тим, що слідом за механічною обробкою корпусу проводять його опресування при тиску 32 МПа і витримують при цьому тиску на протязі 3 хвилин

Підвищення якості способу відновлення корпусу шестеренної гідромашини пластичним деформуванням порівняно з прототипом досягається завдяки тому, що деформування корпусу здійснюють пропорційно розміру зносу стінок колодязів корпусу. Дійсно, оскільки, як згадано вище, корпус шестеренної гідромашини має нерівномірний знос стінок колодязів, то логічним буде відновлювати корпус шестеренної гідромашини пластичним деформуванням шляхом перерозподілу металу в першу чергу до найбільш зношених елементів корпусу. Тим самим ми зберігаємо переріз стінок корпусу зі сторони камери нагнітання майже недоторканими (вони під час експлуатації майже не зношуються), що й сприяє зменшенню деформацій корпусу під час його експлуатації. А це в свою чергу веде до зменшення втрат робочої рідини, зокрема через радіальні зазори в спряженнях корпус - втулки та корпус - шестерні. Цим і пояснюється підвищення якості відновлення та підвищення об'ємної подачі і коефіцієнта об'ємної подачі гідромашини під час експлуатації. Досягається це за рахунок симетрично виконаних пуансонів, які обмежують течію металу і які розташовують симетрично стінок корпусу безвідносно до ступеню їх зносу. Це дає можливість без зайвих перешкод деформувати метал стінок корпусу і заповнити в першу чергу максимальні зазори, які утворюються між максимально зношеними стінками корпусу і пуансонами. Окрім того цьому сприяють спеціальні виступи на матриці штампів, величина яких пропорційна величині зносу для кожної окремої ділянки корпусу

Відомо, що корпус шестеренної гідромашини виготовляють з важко деформуємого сплаву АЛ-9. При відновленні корпусу шестеренної гідромашини зі значними зносами, які перевищують 0,15-0,20 мм, відновити його за один цикл, що відповідає способу відновлення корпусів за прототипом, не вдається. Ось чому нагрівання і деформування корпусу за 3-4 цикли дозволяє забезпечити підвищення якості відновлення корпусу, а саме

підвищити об'ємну подачу і коефіцієнт об'ємної подачі гідромашини, що ремонтуються та підвищити стійкість корпусів проти корозійного зношування та розширити область застосування способу відновлення корпусу шестеренної гідромашини пластичним деформуванням

Спосіб відновлення корпусу шестеренної гідромашини пластичним деформуванням, що пропонується забезпечує зменшення зерна структури металу корпусу, що можна пояснити режимом термоцикування під час його відновлення. Підвищення подрібнення зерна сприяє також циклічне деформування корпусу, чим досягається такий же ефект, як і при звичайному термоцикуванні за 12-14 циклів

Таке сумісництво операцій забезпечує зниження енергетичних та трудових витрат. Це беззаперечно сприяє підвищенню міцності від утомленості корпусу та підвищенню жорсткості корпусу, це знижує його деформації в процесі експлуатації, що й являє з себе підвищення якості відновлення корпусу та підвищення об'ємної подачі, а також коефіцієнта об'ємної подачі, завдяки зниженню втрат робочої рідини через зазори деталей гідромашини, зокрема через радіальний зазор корпус - шестерні

Нагрівання корпусу до температури 540-550°C забезпечує підвищення пластичності металу корпусу і більш ефективно протікання процесів, які пов'язані з процесами подрібнення зерна під час термоцикування та пластичного деформування. Нагрівання корпусу до температури вище ніж 550°C може призвести до початку оплавлення границь зерен

При охолодженні корпусу до температури початку рекристалізації металу корпусу припиняються всі процеси^А пов'язані зі зміною мікроструктури металу корпусу. А отже подальше зниження температури перед наступним нагріванням не має сенсу

Охолодження корпусу до температури початку рекристалізації металу корпусу перед наступним його нагріванням дозволяє заощадити витрати теплової енергії

Охолодження корпусу при загартуванні з зовнішньої сторони сприяє виникненню таких внутрішніх напруг стискування, які призводять до його пластичного деформування. Цим і пояснюється підвищення якості і зниження енергетичних та трудових витрат відновлення, підвищення об'ємної подачі і коефіцієнта об'ємної подачі та розширення області застосування способу, що пропонується

Слід відмітити також те, що метал під час відновлення корпусу пластичним деформуванням перерозподіляється цілеспрямовано і пропорційно ступеню зносу корпусу, а окрім цього в процесі послідовної механічної обробки знімається мінімальний припуск, що забезпечується умовою (1). Цим і пояснюється зниження енергетичних та трудових витрат при відновленні корпусу шестеренної гідромашини пластичним деформуванням. Окрім цього мінімальне знімання припуску металу веде до зниження деформацій корпусу, що й забезпечує суттєве зниження втрат робочої рідини, а значить зростання об'ємної подачі і коефіцієнта об'ємної подачі шестеренної гідромашини під час експлуатації

Відомо, що ступінь деформування корпусу під час роботи гідромашини, його міцність від утомленості безпосередньо залежить, як від макроструктури, так і від мікроструктури корпусу. В способі відновлення корпусу шестеренної гідромашини пластичним деформуванням за прототипом не передбачено таких операцій, які б впливали на макроструктуру і мікроструктуру матеріалу корпусу, а отже й суттєво впливали на якість відновлення. Ось чому багаторазове деформування корпусу забезпечує формування найбільш сприятливої структури металу, яка підвищує здатність корпусу до сприймання навантаження. Це також сприяє підвищенню якості відновлення корпусу та підвищенню об'ємної подачі та коефіцієнта об'ємної подачі гідромашини під час експлуатації.

Відомо, що багаторазове пластичне деформування сприяє заликуванню мікротріщин, як по всьому об'єму металу корпусу, так і на його поверхні, а також створенню внутрішніх напружень стискування, що безумовно сприяє підвищенню стійкості корпусу проти корозійного зношування.

Опресування корпусу слідом за його механічною обробкою при тиску 32 МПа і витримці при цьому тиску на протязі 3 хвилин дозволяє підвищити внутрішні напруження стискування, що й пояснює підвищення якості, підвищення об'ємної подачі і коефіцієнта об'ємної подачі гідромашини, завдяки зменшенню ступеню деформування корпусу під час експлуатації.

Витримка корпусу під тиском 32 МПа на протязі менше ніж 3 хвилини дають значно гірші результати по підвищенню жорсткості корпусу. Опресовування корпусу на протязі більш ніж 3 хвилини суттєвих змін в підвищенні жорсткості корпусу не дає.

Відомо, що при обробці металу різанням на його поверхні створюється так званий дефектний шар, утворюються внутрішні напруження розтягування, що безумовно підвищує корозійне зношування поверхні корпусу. А тому опресування корпусу слідом за його механічною обробкою при тиску 32 МПа і витримці при цьому тиску на протязі 3 хвилин сприяє зменшенню дефектності поверхневого шару і створенню внутрішніх напружень стискування, що безумовно сприяє підвищенню стійкості корпусу проти корозійного зношування.

На фіг. 1 наведена схема зносів коподязів корпусу гідромашини, напрямком максимального зносу, положення стінок коподязів корпусу в новому та зношеному стані.

На фіг. 2 наведена схема пластичного деформування корпусу шестеренної гідромашини під час відновлення.

З фіг. 1 бачимо, що корпус гідромашини - 1, який потрапляє до ремонту має нерівномірно зношені стінки коподязів. Максимальний знос корпусу шестеренної гідромашини має місце поблизу камери всмоктування 2 вздовж прямої O_1B_1 або O_2B_2 відповідно для ведучої і веденої шестерень, які розташовані під кутом $20^\circ - 30^\circ$ до вертикального діаметру. Стінка корпусу в цьому випадку має положення 4 і відстоїть від стінки нового корпусу - 3 на відстані $\Delta R_{\text{іміт}}/3$ фіг. 1 бачимо, що знос стінок корпусу біля камери нагнітання 5 майже немає.

Суттєвість способу відновлення корпусу шестеренної гідромашини методом пластичного дефо-

рмування полягає в наступному. Спочатку перед пластичним деформуванням визначають необхідний розмір деформації $\Delta d_{\text{деф}}$ з умови (1). Під час відновлення корпусу 1 (фіг. 2) його нагрівають до температури $540 - 550^\circ\text{C}$, розміщують в багатосекційній розрізній матриці 6 клинового штампу, яка під дією деформуючого зусилля преса ковзає своїми клиновими стінками 7 по клиновим стінкам 8 обоїми матриці 9. У внутрішні порожнини коподязів корпусу шестеренної гідромашини заводять пуансони 10, які обмежують течію металу і формують внутрішню поверхню коподязів корпусу. При цьому пластичне деформування корпусу здійснюють для кожної окремої ділянки пропорційно зносу коподязів корпусу у відповідності з умовою (1), наприклад, за рахунок симетричного розташування пуансонів та використанню спеціальних виступів 11 на матрицях 6. Виштовхують корпус 1 зі штампа за допомогою виштовхувача 12. При впливі на виштовхувач приводу виштовхувача 13 виштовхувач 12 діє як на корпус 1 так і на розрізну матрицю 6. Розрізна матриця розкривається, що дає змогу без зайвих перешкод вийняти відновлений корпус 1 шестеренної гідромашини.

Нагрівання корпусу до температури $540 - 550^\circ\text{C}$ дозволяє не тільки підвищити пластичність металу корпусу, але й забезпечити умови для ефективного протікання процесів термоциклування.

При цьому до ремонту можуть надходити корпуси з різною величиною зносу стінок коподязів. Як зазначено вище при зносах, які перевищують $0,15 - 0,20\text{ мм}$ відновлення корпусу за один цикл стає неможливим в силу того, що матеріал корпусу слід віднести до важкодеформованого матеріалу. А тому в цьому випадку пластичне деформування корпусу здійснюють за 3 - 4 цикли, при цьому корпус нагрівають до температури $540 - 550^\circ\text{C}$, а наступне нагрівання циклу проводять після охолодження корпусу до температури початку рекристалізації металу корпусу.

Наступною операцією способу відновлення корпусу шестеренної гідромашини пластичним деформуванням являється операція загартування, яка включає нагрівання корпусу до температури $525 - 535^\circ\text{C}$, витримку на протязі 20 - 30 хвилин і загартування у воді при температурі $50 - 75^\circ\text{C}$, при цьому охолодження корпусу при загартуванні проводять з зовнішньої сторони. Це дозволяє не тільки підвищити ступінь пластичного деформування, але й забезпечити утворення внутрішніх напружень стискування.

Нарешті останньою операцією, способу відновлення корпусу шестеренної гідромашини пластичним деформуванням, яку виконують слідом за механічною обробкою корпусу є операція опресування корпусу при тиску 32 МПа і витримці при цьому тиску на протязі 3 хвилин. Цю операцію виконують у спеціальному штампі, в конструкції якого передбачені спеціальна матриця, яка щільно охоплює корпус шестеренної гідромашини зовні та пристрої, які герметично закривають всі отвори корпусу. У внутрішні порожнини коподязів корпусу подають робочу рідину під тиском 32 МПа. Корпус опресовують при такому тиску на протязі 3 хвилин. Виконання цієї операції призводить до підвищення

якості, підвищення об'ємної подачі і коефіцієнта об'ємної подачі за рахунок підсилення внутрішніх напружень стискування

Приклад конкретного використання способу Ремонтували насоси НШ-46У, що надійшли до Кіровоградського ремонтно - механічного заводу ім В К Таратуті. Після миття і розбирання зношені корпуси шестеренних насосів надходять на дефектацію, де визначають такі параметри, як максимальний знос корпусу $\Delta R_{\text{іmax}}$

Після цього визначають необхідний розмір деформації з умови (1). Розрахунки за формулою (1) дають наступні результати

$$\Delta d_{\text{деф}} = \Delta d_{\text{зн}} + \Delta d_{\text{пр}} - \Delta d_{\text{терм}} = 0,6 + 0,4 - 0,1 = 0,9 \text{ мм}$$

де $\Delta d_{\text{зн}} = 0,6 \text{ мм}$ - зміна діаметра колодязів корпусу в результаті зносу,

$\Delta d_{\text{пр}} = 0,4 \text{ мм}$ - припуск під наступну механічну обробку і $\Delta d_{\text{терм}} = 0,1 \text{ мм}$ - зміна діаметру колодязів корпусу при термічному деформуванні під час загартовування

З наведених розрахунків бачимо, що зміщення положення стінок колодязів корпусу у місці максимального зносу під час пластичного деформування складає 0,9 мм. В інших місцях деформування корпусу здійснюють теж згідно умови (1)

Після цього корпуси поділяють на на ремонтні групи за параметром максимального зносу корпусу з кроком в 0,2 мм. Після цього корпуси насосів поступають на відновлення

Під час відновлення корпусу 1 (фіг 2) його нагрівають до температури 540 - 550°C в електричній печі СНЗ - 6 12 4/10М1, далі корпус розміщують в клиновому штампі і деформують. При цьому пластичне деформування корпусу здійснюють для кожної окремої ділянки пропорційно зносу колодязів корпусу у відповідності з умовою (1), наприклад, завдяки симетричному розташуванню пуансонів відносно стінок корпусу та використанню спеціальних виступів 11 на матрицях 6 (фіг 2). При зносах корпусів, що перевищують 0,2 мм цикл нагрівання - пластичне деформування повторюють ще 2 - 3 рази, при цьому наступне нагрівання циклу проводять після охолодження корпусу до температури початку рекристалізації металу корпусу, тобто не нижче температури 250°C. Степінь деформації корпусу залежить від величини робочого ходу штампа

При загартовуванні корпусів його нагрівають до температури 525 - 535°C, в електричній печі СНЗ - 6 12 4/10М1, витримують на протязі 20 - 30 хвилин і охолоджують у воді при температурі 50 - 75°C. При цьому охолодження корпусу при загартовуванні проводять з зовнішньої сторони, затуливши отвори входу й виходу. Це дозволяє не тільки підвищити ступінь пластичного деформування в середньому на 0,1 мм, але й забезпечити утворення внутрішніх напружень стискування

Деформування корпусу у відповідності з розрахунками за формулою (1) дає змогу заощадити метал корпусу, який буде видалятися під час його розточування під необхідний розмір

Наступну операцію розточування проводять на алмазно - розточувальному верстаті 278Н до необхідного розміру. Шорсткість, яка при цьому досягається становить 1,25 мкм

Нарешті, останньою операцією способу відновлення корпусу шестеренного насоса пластичним деформуванням, яку виконують слідом за механічною обробкою є операція опресування корпусу при тиску 32 МПа і витримці при цьому тиску на протязі 3 хвилин. Цю операцію виконують у спеціальному штампі, в конструкції якого передбачена спеціальна матриця, яка щільно охоплює корпус шестеренного насоса зовні та пристрої, які герметично закривають всі отвори корпусу. У внутрішні порожнини колодязів корпусу подають робочу рідину під тиском 32 МПа від підвальної системи преса П - 474А. Корпус опресовують при такому тиску на протязі 3 хвилин. Виконання цієї операції призводить до підвищення якості, підвищення об'ємної подачі і коефіцієнта об'ємної подачі за рахунок підсилення внутрішніх напружень стискування

Після відновлення корпусу шестеренного насоса пластичним деформуванням відновлені корпуси направляють до збиральної дільниці

Відновлені корпуси були досліджені. Під час проведення металографічних досліджень вивчали стан макроструктури (текстури) і мікроструктури металу корпусу

Надалі предметом інтересу були внутрішні напруги відновленого корпусу, які були створені під час термічної обробки і пластичного деформування корпусу та ступінь деформації відновленого корпусу під час роботи насоса

Окрім того вивчали механічні характеристики металу відновленого корпусу, зокрема визначали межу міцності на розрив, межу текучості та відносне повздовження

Результати цих досліджень наведені в таблиці 1

Для порівняльного аналізу був відновлений корпус шестеренного насоса за прототипом

При металографічних дослідженнях були використані відомі методики підготування зразків. Вивчення макроструктури і мікроструктури проводили на металографічному мікроскопі МІМ - 8А

Величину мікронапружень оцінювали по величині відносних мікродеформацій. Мікродеформації визначали рентенографічним методом на дифрактометрі ДРОН - 3,0. При цьому використовували кобальтовий випромінювач з довжиною хвилі $\lambda = 1,78892 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ напруги на аноді 25 кВ і анодному струму 0,01 А, при фокусуванні променів по Брегу Бретано

Механічні властивості зразків з відновленого корпусу визначали за допомогою розривної машини Р - 5

Вимірювання деформацій відновленого корпусу шестеренного насоса здійснювали за допомогою методик тензометрування

Порівняльні результати досліджень технічного стану відновлених корпусів шестеренних насосів з прототипом і за способом, що пропонується наведені у таблиці 1

При вивченні макроструктури металу відновлений корпус розрізали в двох взаємно перпендикулярних площинах. Макроструктуру досліджували на повздовжніх перерізах корпусу. При цьому було встановлено, що зерна металу корпусу мають витягнуту форму і орієнтовані таким чином,

що більша вісь кристалів розташована перпендикулярно напрямку під яким діє навантаження гідравлічних сил на корпус. Така текстура корпусу найбільш сприятлива для сприймання вищезгаданих навантажень.

Вивчення мікроструктури металу корпусу дали наступні наслідки. Мікроструктура металу відновленого корпусу шестеренного насоса складається з наступних фаз α - алюмінію і евтектики алюмінію з кремнієм, а також твердого розчину кремнію в α - алюмінію.

Таким чином з вищенаведеного порівняльного аналізу технічних характеристик корпусів шестеренних насосів, що відновлені за прототипом і за способом, що пропонується бачимо, що впровадження винаходу у виробництво в порівнянні з прототипом дасть змогу

- підвищити якість відновлення, а саме - підвищити межу міцності у 1,25 раз, межу текучості у 1,26 раз, відносне видовження у 1,4 рази, що досягається, зокрема за рахунок подрібнення роз-

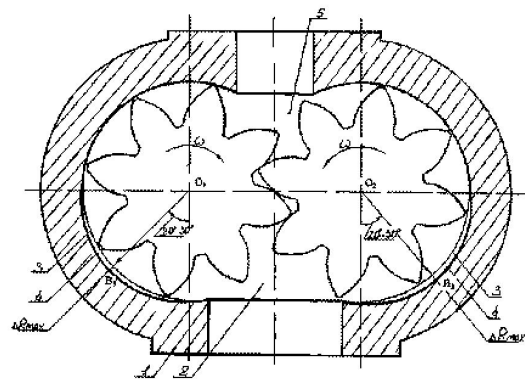
мірів зерна в 2,6 - 3,0 рази, а також жорсткість корпусу насоса за рахунок створення внутрішніх напружень стискування, які вдалося підвищити у 1,35 - 1,65 рази (див. табл. 1), все це призводить до зменшення деформацій корпусу в 2 рази (див. табл. 1),

- знизити енергетичні та трудові витрати за рахунок сумісництва деяких операцій в одну, тощо,

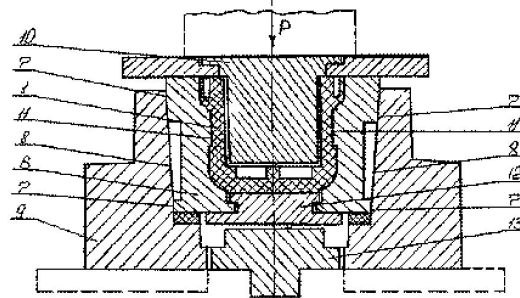
- підвищити об'ємну подачу і коефіцієнт об'ємної подачі насоса за рахунок того, що підвищення жорсткості корпусу призводить до зменшення витрат робочої рідини через радіальні зазори,

- розширити область застосування за рахунок багатократного деформування,

Спосіб відновлення корпусу шестеренної гідромашини пластичним деформуванням може бути успішно застосований на ремонтних підприємствах, що займаються централізованим ремонтом гідромашин. Спосіб відрізняється значним покращенням якості ремонту.



Фиг. 1.



Фиг. 2