

УДК 621.78, 620.22

О.С. Дробот, С.Я. Підгайчук, Н.М. Яворська*Хмельницький національний університет, Україна***АНАЛІЗ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ДЕФЕКТІВ ПРИ ВИГОТОВЛЕНІ ФІТИНГІВ РУКАВІВ ВИСОКОГО ТИСКУ**

В статті розглянуті причини руйнування фітингів із сталі 20 для рукавів високого тиску в процесі виконання складальних операцій, вплив структури сталі на якісне виконання операцій обтискання.

Ключові слова: фітинг, вуглецева сталь, ферит, перліт, термічна обробка.

О.С. Дробот, С.Я. Підгайчук, Н.М. Яворская**АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕННЯ ДЕФЕКТОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ФИТИНГОВ РУКАВОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ**

В статье рассмотрены причины разрушения фитингов из стали 20 для рукавов высокого давления в процессе выполнения сложных операций, влияние структуры стали на качественное исполнение операций обжимания.

Ключевые слова: фитинг, углеродная сталь, феррит, перлит, термическая обработка.

O.S. Drobot, S.Ya. Pidgaychuk, N.M. Yavorska**THE ANALYZE OF CAUSES OF MANUFACTURING DEFECTS OF FITTINGS OF HIGH PRESSURE HOSES**

In the article reasons of destruction of fittings from steel 20 for high-pressure hoses during the execution of complex operations, the influence of structure of steel on the quality performance of crimping operations.

Key words: fitting, carbon steel, ferrite, perlite, heat treatment.

Вступ. Рукави високого тиску знаходять широке застосування в машинобудуванні, автомобільній промисловості, сільському господарстві для подачі різноманітних рідин, транспортування мінеральних та гідравлічних масел, водомасляних емульсій та рідкого палива. Якості рукавів високого тиску надається значна увага, так як від їх надійності значною мірою залежать довговічність і безпека експлуатації машин.

Надійна експлуатація гідравлічних систем багато в чому також залежить від міцності арматури та комплектуючих. Погіршення якості їх елементів (муфти, фітинги, шланги) може різко зменшити термін експлуатації рукавів.

Фітинги забезпечують з'єднання різних вузлів гідравлічного обладнання. За своєю конструкцією вони не є складними елементами, але від них залежить нормальне функціонування і герметичність всієї системи, вимогою до них є не лише їх власна механічна міцність та хімічна стійкість, а й висока надійність з'єднання з рукавом. Тому якість даних елементів та їх з'єднань є дуже важлива.

Постановка задачі. Визначити хімічний склад сталі досліджуваної деталі. Дослідити мікроструктуру фітинга до деформації та після операції обтискання. Виміряти мікротвердість. Виявити наявну кількість неметалевих включень, пор та розшарувань. Визначити причини руйнування заготовки та надати рекомендації щодо їх усунення.

Результати досліджень. Фітинги виготовляють різними методами: литтям, куванням, гарячим штампуванням. Для забезпечення корозійної стійкості на фітинги наносять електролітичне покриття з цинку, хрому чи нікелю. Поверхня фітинга, як і різьба, повинна бути гладкою, без гострих країв, задирок (рис. 1,а).

Опресовування фітингів - це найбільш відповідальна операція в технологічному процесі виготовлення рукавів. Як правило вона виконується на спеціальних гідравлічних опресовувальних установках з ручним чи електричним приводом. На цій, майже завершальній стадії виготовлення рукавів високого тиску, виникають значні проблеми. Однією з серед них є поява тріщин в деталі в процесі опресовування, що призводить до браку фітинга (рис. 1,б).

Заготовкою для фітингів є прутки сталі, які різуть, рівняють, піддають калібруванню, штампуванню та механічній обробці для одержання необхідної форми та розмірів. Термічна обробка між операціями не передбачена, її проводять якщо виникає брак, описаний вище.

Контроль вихідної структури сталі не проводиться. На складальну операцію (обтискання) заготовка фітингу надходить після всіх операцій холодної пластичної деформації, які виконуються для одержання фітинга, без даних про властивості та структуру металу.



Рис. 1. Загальний вигляд фітинга: а - до операції обтискання, б - після операції обтискання (з тріщиною)

При з'ясуванні причин виникнення тріщин та розробки заходів для запобігання появи браку були проведені наступні дослідження: визначено хімічний склад сталі, зроблено аналіз мікроструктури фітинга до деформації та після операції обтискання, виміряно мікротвердість.

За результатами досліджень встановлено, що хімічний склад матеріалу наданих зразків відповідає сталі 20кп. Мікротвердість (при навантаженні 100 г) має значні розбіжності значень від 125 до 274. В сталі присутня значна кількість неметалевих включень (карбідів, алюмосилікатів, сульфідів), також виявлено пори та розшарування рис. 2.

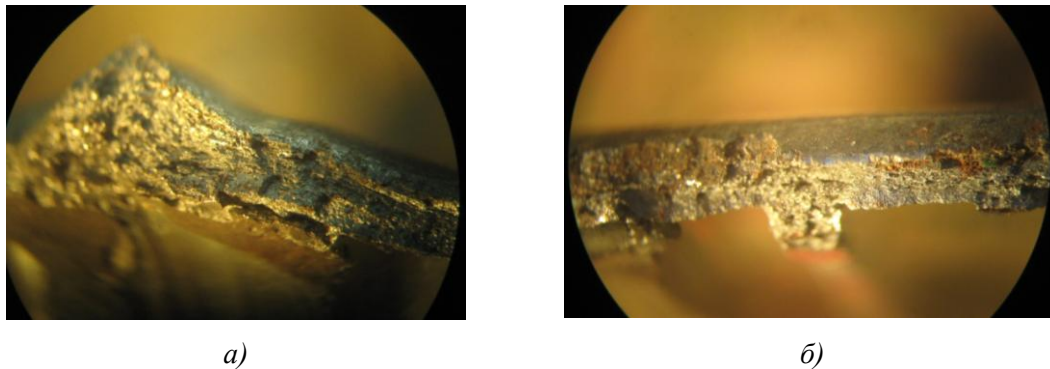


Рис. 2. Пори та розшарування: а - по краю тріщини, б - по довжині тріщини

Після проведеного травлення досліджена структура сталі по ширині стінки фітингу виявилась досить неоднорідною. Кількість структурних складових сталі (фериту і перліту) змінюється від поверхні заготовки до внутрішньої зони. В структурі сталі цементит виділяється у вигляді зернистих включень (рис. 3, а) та у вигляді пластинок по границям зерен фериту (рис. 3, б). В поверхневому шарі перліту не виявлено. Кількість перліту збільшується (від 10 -15 % до 25 %, що відповідає сталі 20) в напрямку від поверхні до отвору фітингу (рис.4, а, рис. 4, б).

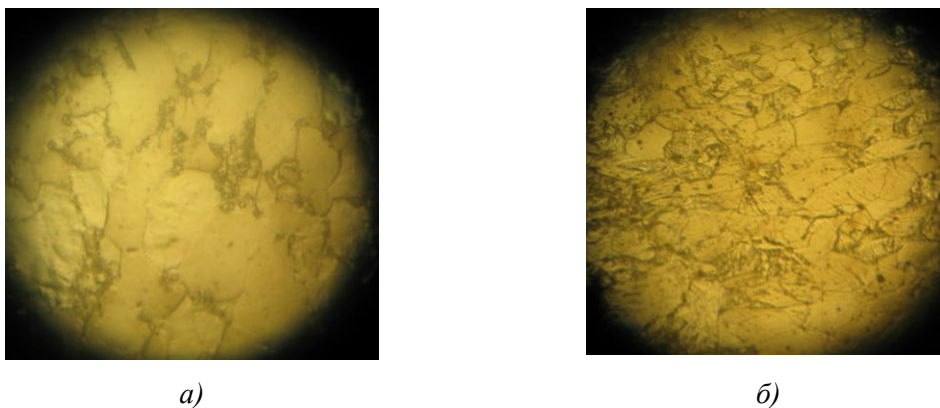


Рис. 3. Структура поверхні заготовки: а - ферит і цементит у вигляді зернистих включень по границям зерен, б - ферит і цементит у вигляді пластинок по границям зерен

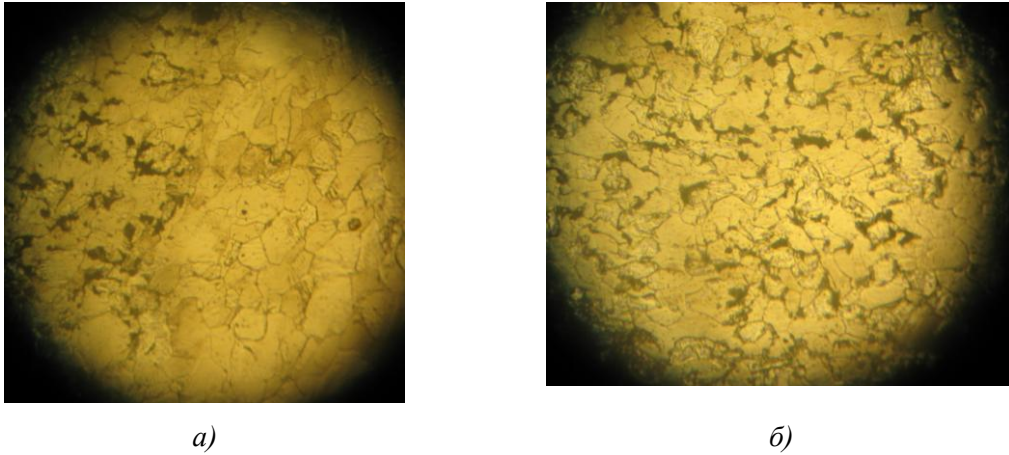


Рис. 4. Структура сталі по товщині заготовки: а - феритна і феритно-перлітна структура, б - феритно-перлітна структура

Враховуючи, що заготовки в процесі виготовлення не піддаються рекристалізаційному відпалу для зміни структури та відновлення пластичності, дефекти, які присутні в сталі, тільки погіршують її властивості, зменшують пластичність, сприяють виникненню зон з підвищеним рівнем наклепу. Фітинги після обтискання мають більш неоднорідну структуру, при якій зерна фериту і перліту більш деформовані (рис.5а, 5б, 6). Структура фітингу, в якому при обтисканні з'явилась тріщина відрізняється більшою деформацією зерен фериту та перліту ніж до обтискання.

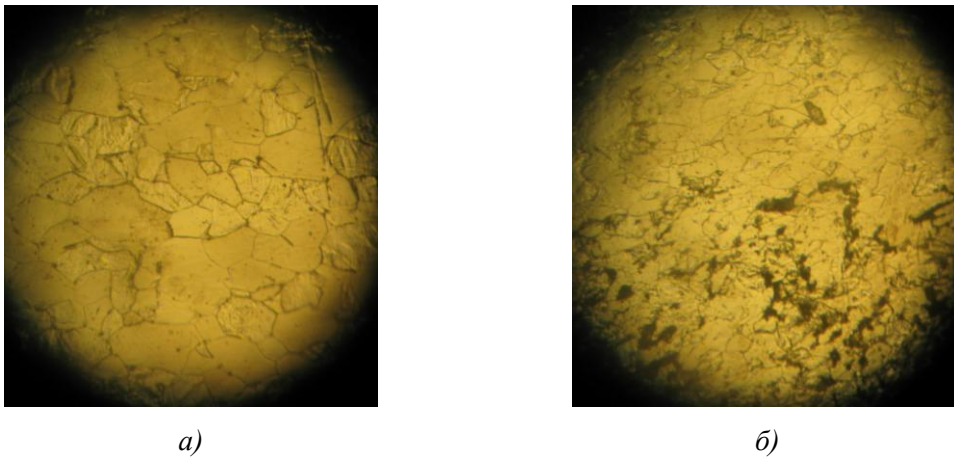


Рис. 5. Структура зруйнованої заготовки: а - на поверхні заготовки - ферит, б - по товщині стінки заготовки - феритно - перлітна

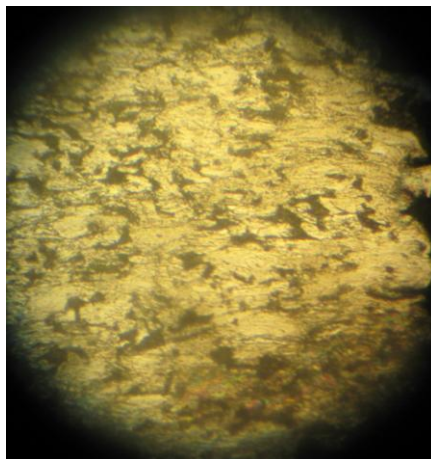


Рис. 6. Структура сталі біля отвору (деформована заготовка)

До обтискання фітинга зберігається неоднорідна структура по товщині стінки. В процесі виконання технологічних операцій дана структура тільки погіршилась з точки зору механічних властивостей. Проведена операція обтискання додає внутрішніх напружень, які сприяють появі тріщин.

Внаслідок нерівномірної деформації сталі під час холодного штампування формування складної структури, яка в значній кількості містить структурно вільний цементит, наявності в окремих ділянках заготовок зон критичного наклепу, що призводить до втрати пластичності сталі виникають умови для руйнування і браку при наступних операціях пластичного деформування (обтискання).

Руйнування заготовки фітинга при виконанні операції обтискання спричинене технологічними концентраторами напружень. Згідно проведених досліджень виявлено, що ними є неметалеві включення, неоднорідність структури, наявність структурно вільних твердих і крихких структурних складових (цементиту). Наявність в структурі зерен різної величини та складу сприяє нерівномірному розподілу та підвищенню рівня внутрішніх напружень, зменшенню пластичності сталі.

Для рівномірного розподілу пластичної деформації по всій масі металу необхідна структура фериту з рівномірно розподіленими часточками цементиту, який має входити до складу перліту. Наявність вказаної структури заготовки забезпечить комплекс необхідних властивостей для наступної обробки тиском. В випадку не відповідності структури технічним умовам після калібрування перед операцією обтискання необхідно проводити дифузійний відпал і нормалізацію.

Дифузійний відпал призначається для усунення неоднорідності сплаву заготовки. Нагрівання до високих температур 1100-1200оС, витримка в печі 10 год., повільне охолодження з піччю. В результаті тривалої витримки при високій температурі сталь набуває грубозернистої будови, що усувається наступною термічною обробкою – нормалізацією (нагрівання до 880-900оС, витримкою при температурі нагрівання, охолодження поза піччю), результатом якої є отримання більш дисперсної ферито-перлітної структури.

Висновки. Проведені дослідження передбачали дати відповідь на питання про причини руйнування заготовок фітингів рукавів високого тиску та надати рекомендації щодо їх усунення. Враховуючи наведені дослідження, запропоновано внести зміни в технологічний процес виготовлення фітингів та надати належну увагу формуванню заданої структури і відповідних властивостей сталі.

Для цього необхідно:

1. Проводити вхідний контроль металу не тільки за хімічним складом, але і за структурою.
2. В разі не відповідності структури технічним умовам після калібрування перед операцією обтискання проводити дифузійний відпал і нормалізацію.

Література :

1. ГОСТ 1050-2000 Сталь качественная и высококачественная. Сортовой и фасонный прокат, калиброванная сталь.
2. Атлас дефектов стали Пер. с нем. М.: Металлургия, 1979. -188с.
3. Металлография железа. Т.3 «Структура сталей с атласом микрофотографий». Пер с англ. М. Металлургия, 1972. - 284с.
4. Макро-і мікроструктура металів та сплавів: ілюстративні матеріали з курсу «Матеріалознавство» / О.С.Дробот, О.П.Бабак, О.О.Нікітін. - Хмельницький.: ХНУ, 2016.- 53с.
5. Дяченко С.С., Дощечкіна І В., Мовлян А.О., Плешаков Е.І. Матеріалознавство: Підручник/ За ред.. проф. Дяченко. – Харків: ХНДУ, 2007. -440с.

Рецензенти:

Диха Олександр Володимирович, професор кафедри зносостійкості та надійності машин Хмельницького національного університету, доктор технічних наук;

Іван Степанович Катеринчук, лауреат Державної премії України у галузі науки і техніки. Заслужений працівник освіти України, професор Національної академії ДПС України.

Стаття надійшла до редакції 28.04.2017