

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії**

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти
« магістр »
бакалавр, магістр

на тему: «Удосконалення технології ремонту чавунних блоків циліндрів
двигунів»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітньо-професійною програмою
Машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництв

назва ОПП

спеціальності 133 Галузеве
машинобудування

код та найменування спеціальності

ступеня вищої освіти «магістр» групи 1

Довгополий М.В.

Прізвище та ініціали здобувача вищої освіти

Керівник: Науменко О.А.

Прізвище та ініціали керівника

Рецензент: Науменко А.О.

Прізвище та ініціали рецензента

ВСТУП

Однією з найважливіших технічних і економічних задач, що стоять перед авторемонтним виробництвом, є поліпшення якості продукції, що випускається. Теоретичними та експериментальними дослідженнями доведено, що з поліпшенням якості капітального ремонту ресурс автомобілів збільшується в більшому ступені, ніж вартість ремонту, а при цьому витрати на наступну експлуатацію істотно зменшуються. Найбільший ефект при вирішенні цієї проблеми можна мати при системному здійсненні комплексних заходів із застосуванням наукових методів керування якістю продукції, що випускається.

Прискорення темпів росту науково-технічного прогресу можливо на основі творчої співдружності працівників науки і підприємств, реалізації спільних планів створення і впровадження передової техніки і технології.

Ефективність капітального ремонту обумовлюється в основному наявністю в більшості деталей залишкових ресурсів довговічності закладених ще на етапі їх проектування і виготовлення. Класифікація деталей по термінах служби від початку експлуатації до моменту виникнення граничного стану по міцності дає можливість найбільше повно реалізувати залишкову довговічність деталей. Створення науково обґрунтованих технічних умов і їх дотримання при капітальному і поточному ремонті дає можливість при найменших витратах на ремонт і експлуатаційні витрати одержати максимальне напрацювання агрегатів і автомобіля в цілому після ремонту.

Для дотримання технологічної дисципліни на авторемонтних заводах повинний застосовуватися поопераційний і вихідний контроль продукції, що випускається. При цьому застосування пристосувань та обладнання повинні забезпечувати контроль якості функціонування структурних і інтегральних показників роботи агрегатів і автомобіля.

У розвитку техніки і технології авторемонтного виробництва велика роль належить подальшому зміцненню зв'язків науки і практики. В даний час

виникли і розвиваються різноманітні форми їх взаємодії. Багато авторемонтних підприємств створили заводські лабораторії, задачею яких є аналізувати стан ремонтного фонду, виявляти та усувати причини найбільше часто повторюваних дефектів і рекамацій, уточнювати технологічну точність використовуваного обладнання для його подальшого удосконалювання, створювати науково обґрунтовані технічні умови на ремонт.

Ціль дослідження: Удосконалення технології ремонту головок блоків циліндрів двигунів, обґрунтування та розробка структурної послідовності запропонованого технологічного процесу відновлення.

Основні задачі дослідження: Обґрунтування та вибір технологічного оснащення, ріжучого, вимірювального, контрольного інструментів та ремонтних матеріалів. Розрахунок і вибір режимів операцій запропонованого технологічного процесу відновлення деталі.

1. СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Коротка характеристика вузла, що ремонтується.

Одним із найбільш важливих вузлів самохідної машини є двигун. Існує багато найрізноманітніших двигунів: парові двигуни, електричні двигуни, але серед них найбільшу увагу заслуговує двигун внутрішнього згорання (ДВЗ).

Двигун є джерелом механічної енергії, що приводить агрегат (автомобіль) в рух. Він призначений для перетворення одного виду енергії (хімічну) в іншу (механічну).

Однією з найбільш відповідальних складових частин ДВЗ є кривошипношатунний механізм (КШМ), елементи якого умовно поділяють на дві групи: нерухомі і рухомі. До нерухомих елементів відносяться циліндри, головка циліндрів, картер з підшипниками колінчастого валу і з'єднувальні деталі. До рухомих елементів КШМ відносяться: поршень, поршневий палець, поршневі кільця, шатун з підшипниками та колінчастий вал з маховиком.

Цей механізм слугує для перетворення прямолінійного руху поршнів в обертальний рух колінчастого валу.

Блок циліндрів – базова деталь, до якої кріплять механізми двигуна, її виготовляють в одній відливці з картером.

Головки ДВЗ – це складні відливки зі спеціального чавуну. В них розміщуються впускні і випускні клапани, канали для підводу свіжого заряду і випуску продуктів згорання, отвори для форсунок (рис. 1.1).

Поршень відливають із алюмінієвого сплаву. Під час роботи двигуна він створює розрідження, яке необхідно для впуску свіжого заряду, стискує свіжий заряд, сприймає тиск газів і виштовхує залишки продуктів згорання.

Поршневі кільця перешкоджають пориву газів з над поршневого простору в картер і прониканню мастила із картера в камеру згорання через зазор між стінкою гільзи і поршнем.

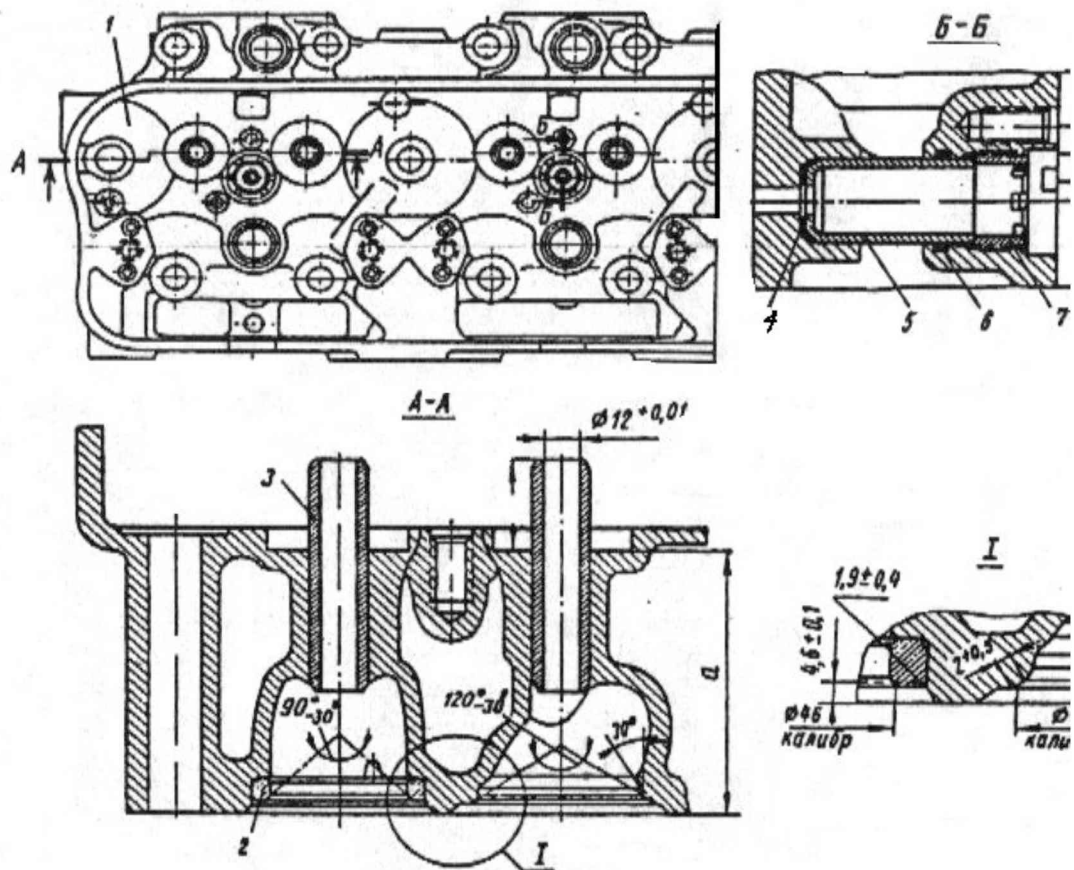


Рисунок 1.1 – Головка блоку циліндрів двигуна ЯМЗ-236: 1 – головка циліндрів; 2 – сідло випускного клапана; 3 – напрямна втулка; 4 – шайба; 5 – стакан форсунки; 6 – ущільнююче кільце; 7 – гайка.

1.2 Характеристика умов роботи та процесів спрацювання вузла і основних сполучень.

Головка блоку циліндрів разом із стінками гільз циліндрів та днищем поршня утворюють замкнутий об'єм – камеру згорання, яка повинна забезпечувати найвигідніше протікання робочих процесів, а тим самим і максимально можливі для даної ступені стискання потужність і економічність двигуна.

Головка блоку циліндрів являється корпусною деталлю, в яку входять елементи газорозподільчого механізму. Цей механізм слугує для своєчасного

впуску в циліндр повітря і випуску з нього відпрацьованих газів. Саме від своєчасного і точного виконання цих умов залежить ефективність і економічність роботи двигуна, а також його ресурс [1].

В процесі роботи двигуна виникає різке збільшення температури (такт стискання – 280...480°C, робочий хід – вище 2000°C)

Збільшення ступеню нагріву призводить до росту максимальних тисків згорання, збільшенню тисків тертя між клапанами і сідлами клапанів.

Елементи головки блоку циліндрів одночасно піддаються молекулярно-механічному, корозійно-механічному і абразивному спрацюванню.

Найвідповідальнішим є з'єднання сідло – фаска клапана. Адже від нього багато в чому залежить надійність протікання робочих процесів двигуна.

Впускні клапани працюють в більш тяжких умовах ніж впускні. Вони піддаються значним впливам температури та агресивного середовища. Посадочна поверхня клапана приймає форму жолоба, а поверхня сідла, що контактує з ним – виступу. Знижується жорсткість тарілки.

Форсування двигунів наддувом призводить до збільшення теплової напруженості і зменшенню довговічності з'єднання обох клапанів. Проте знос з'єднання впускного клапану вищий, ніж у впускного, за рахунок наддуву, так як повітря, яке подається в циліндр двигуна з підвищеним тиском, перешкоджає нормальній подачі мастила до з'єднання по стрижню клапана.

За рахунок абразивного зношення і ударних навантажень на сідлах клапанів з'являються ризики, тріщини, задирки.

Стрижень клапана спрацьовується нерівномірно (більше у країв, менше в середині), приймаючи бочкоподібну форму. Це характерно для впускного і випускного клапанів. Це пояснюється відповідною кінематикою і динамікою механізму привода клапанів і існуванням бокового зусилля, яке призводить до деякого перекосу клапана у втулці. Профіль зношеної направляючої втулки має корсетоподібну форму.

В головці блоку циліндрів міститься водяна сорочка, по якій

проходить охолоджуюча рідина. З іншого боку – різке збільшення температури під час робочого ходу циліндра призводить до значних температурних перепадів. Що, в свою чергу, може викликати появу тріщин.

Спрацювання головки блоку циліндрів приводить до зменшення тиску стиснення в циліндрах, двигун не розвиває повну потужність, працює з перебоями, збільшується витрата палива і мастила, під час роботи в ньому виникають ненормальні стуки і шуми.

Спрацювання з'єднання сідло – втулка клапанного механізму приводить до зменшення ступені стиснення і коефіцієнта наповнення двигуна. Зменшення ступені стиснення призводить до погіршення пускових якостей дизеля, зменшує наповнювання циліндрів, що при незмінній циклічній подачі палива викликає його неповне згорання і зниження потужності двигуна.

Зносостійкість з'єднання стрижень клапана – втулка впливає на довговічність клапанної групи. Знос стрижня обумовлює точність посадки клапана в гніздо. Биття його робочої фаски відносно вісі стрижня приводить до нещільної посадки клапана, порушенню герметичності пари і зменшенню наповнення циліндра свіжим зарядом.

Поява тріщин на стінках водневої сорочки призводить до потрапляння води до паливної суміші, і різкому збільшенню спрацювання деталей циліндро – поршневої групи, зменшенню потужності двигуна. Тріщини на стінках головки блоку циліндрів призводять до зменшення міцності конструкції і порушенню герметичності головки блоку циліндрів [2].

1.3 Характеристика конструктивно - технологічних особливостей деталі, що відновлюється.

Головка блоку циліндрів являє собою оброблену відливку із спеціального чавуну, хімічний склад якого наведений в таблиці 1.1. Для забезпечення мінімальних деформацій і викривлення головок циліндрів в експлуатації, відливки із яких вони виготовлялись, піддаються штучному

старінню.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад чавуну спеціального

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Mg
3,2	0,3	2,4	0,04	1,3	0,5	0,04

Нижня і верхня полиці разом з боковими і торцевими стінками утворюють порожнину, в середині якої розміщені впускні і випускні канали, а також воднева сорочка. Впускні і випускні канали виходять на протилежні сторони бокових стінок і в нижню полицю головки. В нижній частині розміщені гнізда під впускні і випускні сідла клапанів, отвори для підводу охолоджуючої рідини у водневу сорочку, отвори під встановлюючі штифти і для проходу розпилювачів форсунок. В верхній частині розміщені площадки під пружини клапанів, під стійки коромисел з отворами під встановлюючі штифти, різьбові отвори під кріпильні деталі і отвори під направляючі втулки клапанів. До бокових стінок кріпляться впускні і випускні колектори. Шпильки випускних колекторів виготовлені із сталі 40X10C2M, а впускних – із сталі 45. зі сторони випускного колектора воднева сорочка головки закривається кришками. Сідла клапанів виготовляють із хромомолібденового чавуну твердість HRC 50-60.

1.4 Особливості будови зони термодформаційного впливу при зварюванні чавунів.

У загальному випадку зварне з'єднання складається з окремих зон: зварного шва, сплавлення, термодформаційного впливу (ЗТДВ) та основного металу. У перших двох з перелічених зон метал під час зварювання повністю (шов) або частково (зона сплавлення) знаходиться в розплавленому стані. Основні закономірності структурних перетворень у литому металі цих зон збігаються з тими, що відбуваються у високотемпературній частині ЗТДВ [3].

До зони термодформаційного впливу належить та частина основного

металу, яка не розплавилася, де під дією термічних циклів зварювання відбулася зміна структури. У високотемпературній частині вона безпосередньо контактує із зоною сплавлення, а в низькотемпературній – з основним металом, в якому вихідні структура та властивості не змінилися під час зварювання.

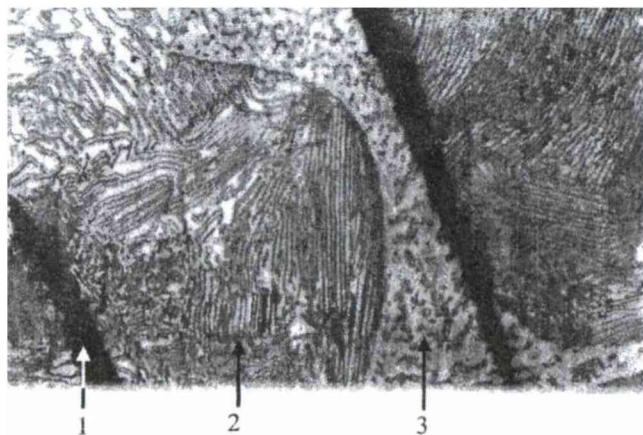


Рисунок 1.2 – Сірий чавун з фосфідною евтектикою (x1000) ($\text{Fe}_3\text{C}+\text{Fe}_3\text{P}+\text{Fe}$):

1 - графіт; 2 - пластинчастий перліт; 3 - потрійна фосфідна евтектика.

У зв'язку з тим, що в ЗТДВ метал за своєю структурою і властивостями може істотно відрізнитися від основного, а руйнування зварних конструкцій під час експлуатації дуже часто ініціюється холодними технологічними тріщинами, важливо вміти аналізувати фазові й структурні перетворення в цій зоні залежно від хімічного складу, режимів зварювання та особливостей деформаційного циклу.

Мікроструктура ЗТДВ, яка утворюється під час зварювання чавунів, визначається їхньою вихідною структурою та характером термічних циклів зварювання.

Сірий чавун має перлітну структуру металевої основи з потрійною фосфідною евтектикою і вмістом надлишкового цементиту вторинного. У таких чавунах весь вуглець знаходиться у вигляді графіту, який має пелюсткову форму.

ЗТДВ сірих чавунів складається з таких ділянок: сфероїдизації, коагуляції та графітизації цементиту, неповної перекристалізації металевої

основи, повної перекристалізації.

У ділянці сфероїдизації, коагуляції та графітизації цементиту, яка відповідає нагріванню при температурах $600\text{K} \dots A_{c1}$, пластинчастий евтектоїдний цементит змінює свою геометричну форму, наближаючись до сферичної як більш стабільної.

У цьому ж інтервалі температур може відбуватись збільшення і частковий розпад цементиту з утворенням графіту. Процес сфероїдизації цементиту, а особливо – його графітизації, помітно відбувається тільки при зварюванні чавунів з великою погонною енергією, коли час знаходження металу при цих температурах досить тривалий.

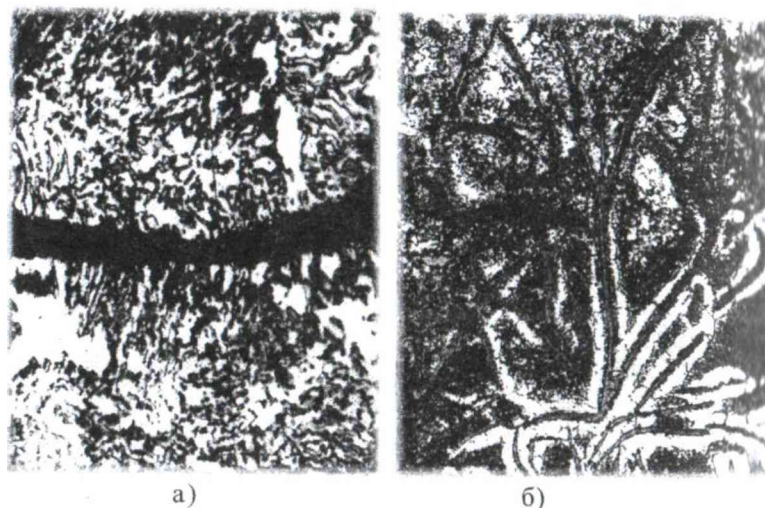


Рисунок 1.3 – ЗТДВ сірого чавуну: а– ділянка сфероїдизації та коагуляції цементиту (x500); б – ділянка неповної перекристалізації.

Ділянка неповної перекристалізації утворюється тільки за наявності фериту у вихідній структурі. Розміри цієї ділянки обмежені об'ємом металу, який нагрівається до максимальних температур $A_{c1} \dots A_{c3}$ для перлітно-цементитних сірих чавунів. Кінцева структура у цій ділянці містить, крім надлишкового фериту чи цементиту, продукти перетворення аустеніту при охолодженні. У більшості випадків, це – феритно-перлітна суміш. При великій швидкості охолодження аустеніт, що утворюється в цій ділянці, при нагріванні може перетворюватись на перлітні структури або мартенсит.

У ділянці повної перекристалізації відбувається ріст зерен аустеніту, особливо помітний при наближенні до зони сплавлення, а також – розчинення в ньому графіту та цементиту. Через це, хімічний склад аустеніту, а саме вміст вуглецю в ньому, змінюється за висотою ділянки повної перекристалізації. Вміст вуглецю в аустеніті безпосередньо залежить від часу його знаходження в температурному інтервалі повної перекристалізації. У ділянці повної перекристалізації зустрічається велика кількість залишкового аустеніту. При великих погонних енергіях зварювання в цій ділянці може мати місце часткове виділення з аустеніту надлишкового вуглецю у вигляді цементиту чи графіту.



Рисунок 1.4 – Ділянка повної перекристалізації сірого чавуну (x1500):
1 - голчастий мартенсит; 2 - залишковий аустеніт; 3 - тростит; 4 - вторинний цементит.

Інколи при зварюванні з великими погонними енергіями в ЗТДВ у місцях локального розплавлення утворюються ділянки із структурою білого чавуну.

Звичайно це відбувається в місцях знаходження евтетик, особливо – потрійної фосфідної, яка має температуру плавлення всього 1020К.

Таким чином, за шириною ділянки повної перекристалізації мікроструктура може істотно мінятися залежно від термічного циклу зварювання.

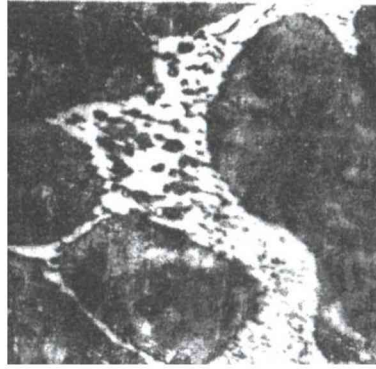


Рисунок 1.5 – Ділянка повної перекристалізації: „відбїл” та фосфїдна евтетика(x1000)

1.5 Загальна характеристика трїщин у зварних з’єднаннях чавунних деталей.

Холодні трїщини є найпоширенїшим дефектом, який виникає у зварних з’єднаннях та в наплавлених деталях залїзовуглецевих сплавїв. Вони належать до технологїчних трїщин, тобто таких, що утворюються без прикладання зовнїшнїх навантажень. Холодні трїщини можуть виникати в рїзних зонах зварного з’єднання, але найчастїше в дїлянцї перегрїву ЗТДВ та в зонї сплавлення.

Утворення холодних трїщин починається з виникнення їхнїх джерел на межах колишнїх аустенїтних зерен. Звичайно довжина джерел не перевищує двох-трьох дїаметрїв зерен. При цьому руйнування не супроводжується помїтним пластичним деформуванням і, практично є крихким. поширення мїкро- та макротрїщин, якї розвиваються з джерела, звичайно має змїшаний характер, тобто проходить як по межах, так і по об’єму зерен , і може вїдбуватися з помїтним пластичним деформуванням. Поверхня зламу холодних трїщин свїтла неокиснена – їскриста в джерелї і матова в зонї розвитку.

Формальною ознакою холодних трїщин є те, що вони утворюються пїсля охолодження зварного з’єднання. Їснуючі класифїкацїї холодних трїщин пов’язанї з їхнїм розмїщенням у зварному з’єднаннї – паралельно чи перпендикулярно до осї шва, що збїгається з напрямом головних компонентїв

зварювальних напружень.

Основні види холодних тріщин, отримали назви, пов'язані з геометричними параметрами та характером зламу: поздовжні в зоні термічного впливу – „відкол”; кореневі тріщини; підваликові; ламелярні; поздовжні в зоні сплавлення – „відшарування” або „відрив”; поперечні в зоні термічного впливу – „частокіл”; поздовжні та поперечні у шві.

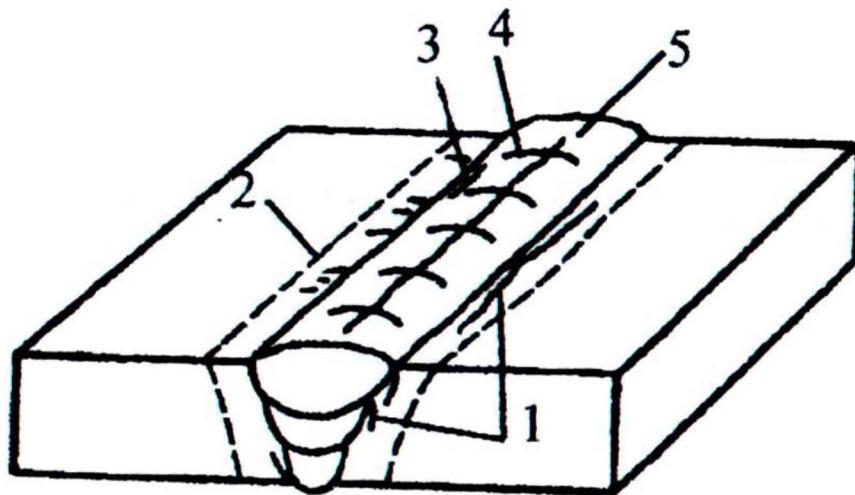


Рисунок 1.6 – Види холодних тріщин: 1 - відкол; 2 - частокіл; 3 - відрив;
4-повздовжні у шві; 5 - поперечні у шві

Найпоширенішими з них є поздовжні у зоні термічного впливу. Чинники, які призводять до утворення холодних тріщин, можуть бути різними, залежно від хімічного складу та структури сталі, але структурний чинник є головним з них. Це означає, що всі без винятку випадки появи холодних тріщин пов'язані зі зміною структури під дією термодинамічних циклів зварювання.

Окрім цього, відповідальними за холодні тріщини є залишкові напруження першого роду, що виникають через нерівномірне нагрівання й охолодження при зварюванні. Певну роль відіграють і напруження другого роду, причиною яких є структурні перетворення аустеніту при охолодженні.

Ще одним чинником, що сприяє утворенню холодних тріщин, є водень,

який в атомарному або іонізованому стані може відносно легко переміщатись у зварному з'єднанні.

Основною ознакою холодних тріщин є те, що вони виникають при температурах, нижчих за початок мартенситного перетворення, а найчастіше – після повного охолодження та деякого інкубаційного періоду, що може навіть перевищувати добу. При охолодженні металу після заварювання та витримці при низьких температурах утворення тріщин не спостерігається, тоді як при наступному нагріванні до кімнатної температури схильність до їхнього утворення відновлюється. В той же час нагрівання вище за 500...550 К усуває небезпеку появи холодних тріщин.

Помічено прямий зв'язок появи тріщин з кінцевою структурою у зварному з'єднанні. Як правило, вони найчастіше зустрічаються на ділянці перегріву, а також у зоні сплавлення за наявності там певної кількості мартенситу та бейніту. Виникненню холодних тріщин також сприяє збільшення кількості вуглецю в аустеніті та величині його зерен.

Холодні тріщини належать до технологічних, і їхня наявність свідчить, що деформаційна спроможність зварних з'єднань недостатня для сприймання зварювальних деформацій та напружень.

Утворення холодних тріщин за формальними ознаками аналогічне сповільненому руйнуванню під дією деформації розтягу. Механізм такого руйнування базується на тому, що межі зерен мають понижений опір зсуву, порівняно з їхнім об'ємом, а також здатні до пружно в'язкої течії. Основна відміна між ними полягає в тому, що при сповільненому руйнуванні напруження прикладаються ззовні, а утворення холодних тріщин відбувається під дією власних залишкових напружень.

Зародження тріщин в зернах мартенситу пояснюється тим, що саме тут може відбуватись повне пластичне деформування, на відміну від досить міцного основного об'єму зерен. Але деформаційна здатність примезових ділянок швидко вичерпується, що врешті призводить до виникнення мікротріщин. Подальший їхній ріст відбувається як по межах, так і по об'єму

зерен.

Найпоширеніший механізм зародження стійкої мікро тріщини базується на закономірному переміщенні вакансій та дислокацій у кристалічній ґратці під дією внутрішніх напружень до меж зерен. Існує прямий зв'язок між появою тріщин та концентрацією вакансій і дислокацій у кристалічній ґратці.

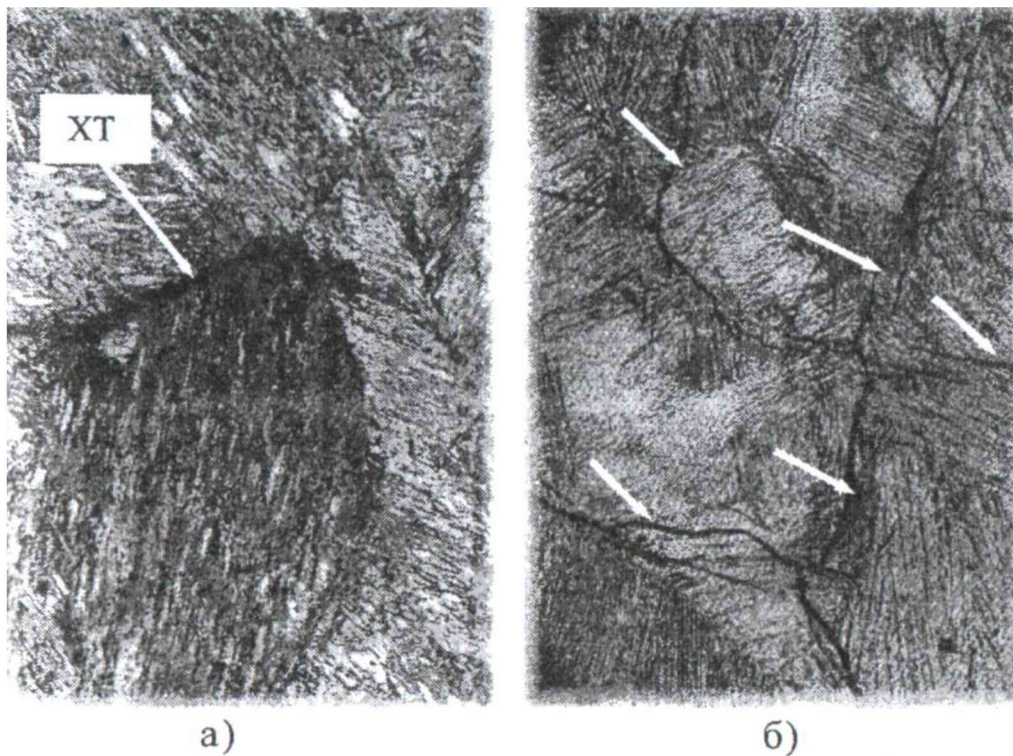


Рисунок 1.7– Холодні тріщини в мартенситній структурі:

а - зародження(x1000); б - розповсюдження (x300)

Для пояснення процесу зародження холодних тріщин найчастіше використовують схему Зінера. Відповідно до неї, проковзування по межах зерен, де діють дотичні напруження τ , спричиняє концентрацію напружень розтягу на межах, перпендикулярних до осі напружень, що й спричиняє виникнення тріщин на стику зерен.

Шкідливий вплив водню особливо помітний на стадії розвитку мікротріщин за рахунок протікання реакції перетворення атомарного водню в молекулярний $\text{H}+\text{H}\rightarrow\text{H}_2$, наслідком якої є підвищення тиску в мікропорожнинах, що сприяє розвитку тріщин.

Таким чином, визначальною причиною утворення холодних тріщин при зварюванні чавунних деталей є недостатня для релаксації внутрішніх напружень деформаційна здатність.

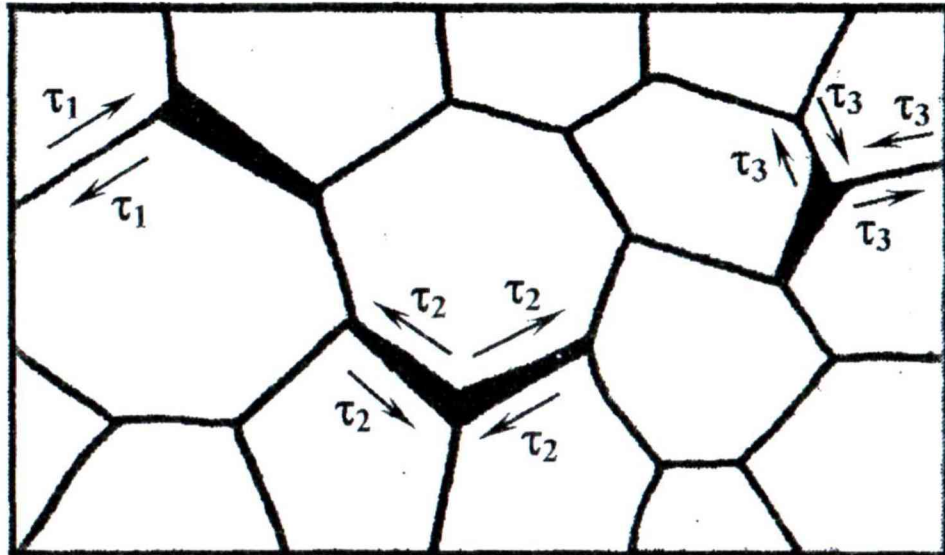


Рисунок 1.8 – Схема зародження холодних тріщин.

1.6 Методи оцінки схильності матеріалу до утворення тріщин при зварюванні.

Способи схильності до холодних тріщин можна класифікувати за такими ознаками:

- 1) характером процедури оцінки – прямі та непрямі;
- 2) характером критерію оцінки – кількісні та якісні;
- 3) характером використання критеріїв оцінки – абсолютні та порівняльні.

Прямі способи передбачають випробування матеріалу або зварних з'єднань під час зварювання чи при умовах, що його імітують, а непрямі дають можливість отримати оцінку схильності до холодних тріщин розрахунковим шляхом без випробування матеріалів.

Кількісні критерії оцінки схильності до тріщин задаються через характеристики одного або сукупності чинників, що зумовлюють утворення тріщин, а з допомогою якісних – матеріали оцінюють тільки як такі, що

схильні або несхильні до тріщиноутворення.

Абсолютні критерії – це ті, які можуть бути використані для безпосереднього прогнозування стійкості зварних з'єднань конкретних конструкцій до утворення холодних тріщин. Якщо ж результати випробувань можуть бути використані тільки у порівнянні з відомими, то вони будуть порівняльними.

Найпоширеніший спосіб оцінки схильності до тріщиноутворення – розрахункове визначення еквіваленту вуглецю $C_{екв}$. Існує дуже багато виразів для обчислення його величини, які відрізняються коефіцієнтами при концентраціях легувальних елементів. На практиці еквівалентний вміст вуглецю найчастіше підраховують відповідно до рекомендацій Міжнародного інституту зварювання:

$$C_{екв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Ni + Cu}{15} + \frac{Cr + Mo + V}{5}, \% \quad (1.1)$$

Чавуни в яких $C_{екв} < 0,40$, вважаються несхильними до холодних тріщин при зварюванні, а при більших його величинах – потенційно схильними до його утворення.

У практиці зварювання значенню $C_{екв}$ відповідає деяка критична швидкість охолодження, при якій у пришовній зоні з'являються структурні гартування, що підвищують максимальну твердість.

Оцінювати схильність до появи холодних тріщин можна також за діаграмами анізотермічного розпаду аустеніту. Їхньою перевагою порівняно з попереднім методом є можливість оцінювати безпосередньо як структурний стан, так і твердість ЗТДВ залежно від режиму зварювання.

Відомо, що, окрім фазового складу, на утворення холодних тріщин впливають ще й інші структурні чинники, зокрема розмір аустенітних зерен та ступінь їхньої мікрохімічної неоднорідності, кількість і характер неметалевих включень, концентрація дифузійного водню та рівень залишкових напружень у зварному з'єднанні.

У зв'язку з цим, існують розрахункові способи оцінки схильності

зварних з'єднань до холодних тріщин, які утворюють не лише хімічний склад, але й концентрацію дифузійного водню та жорсткість зварних з'єднань:

$$P_{\sigma} = P_{\text{см}} + H/60 + K/4 \cdot 10^5, \% \quad (1.2)$$

де $P_{\text{см}}$ – коефіцієнт, який характеризує окрихчення внаслідок структурних перетворень. Він підраховується за формулою:

$$P_{\text{см}} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn + Cu + Cr}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5 \cdot B, \quad (1.3)$$

де H – кількість дифузійного водню в металі зварного шва, мл/100г;

K – коефіцієнт інтенсивності жорсткості, Н/мм·мм, $K = 69 \cdot \delta$,

δ – товщина пластини, мм.

Якщо $P_{\sigma} > 0,286$, вважається, що зварні з'єднання схильні до утворення холодних тріщин.

Прямі методи включають: зварні технологічні проби та спеціалізовані механічні випробування зварних з'єднань.

Проби – це зварні зразки, конструкція і технологія зварювання яких викликають інтенсивний розвиток одного або декількох чинників, що зумовлюють виникнення тріщин. За призначенням їх поділяють на лабораторні і галузеві [4].

Лабораторні проби дають тільки порівняльну оцінку матеріалів, а проби галузевого призначення оцінюють матеріали в умовах, максимально наближених до конструктивних, технологічних та кліматичних умов виготовлення конструкцій певного виду. За їхніми результатами остаточно вибирають такі матеріали й технологію, які забезпечують відсутність тріщин при виготовленні реальних зварних конструкцій.

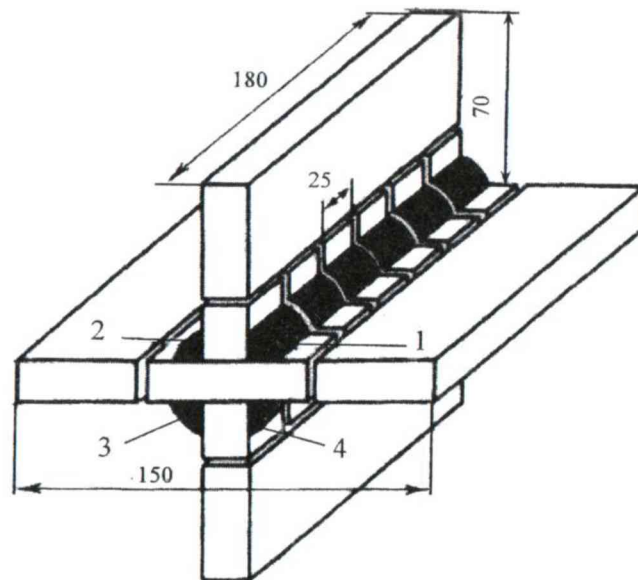


Рисунок 1.9 –Хрестова проба: 1, 2, 3, 4 – послідовність зварювання швів.

Одна з найпоширеніших лабораторних проб – хрестова проба.

Зразок складають з трьох вирізаних з дослідної сталі пластин однакової довжини, які схоплюють по торцях. Зварювання всіх кутових швів здійснюють способом „у човник” в одному напрямі у певній послідовності.

Зварювання цієї жорсткої проби здійснюють не тільки при кімнатній та мінусовій температурі, але й з підігріванням. Після зварювання та витримання зразків при кімнатній температурі не менше 7 діб, з них вирізають темплети для дослідження мікроструктури і наявності тріщин.

Критеріями оцінки схильності чавуну до утворення холодних тріщин є найменша швидкість охолодження, за якої починають виникати тріщини, і відношення довжини враженої тріщинами ділянки до катету шва.

Методи спеціалізованих механічних випробувань базуються на сповільненому руйнуванні зварних зразків під дією зовнішніх тривалих навантажень. Серію зразків піддають різному за величиною навантаженню безпосередньо після зварювання і витримують їх протягом 20...24 годин. За порівняльний кількісний показник опору металу зварних з'єднань утворенню холодних тріщин приймають мінімальне напруження розтягу, при якому починають утворюватись тріщини.

Різновиди цього методу відрізняються формою та

розмірами зразків, технологією їхнього зварювання, процедурою виявлення тріщин та випробувальним обладнанням.

За методом ЛТП-2, залежно від товщини сталі, випробовують зразки декількох типів. Їх зварюють у мідних затискних пристосуваннях, що охолоджуються і дають можливість регулювати термічні цикли зварювання. Коли зразки охолоджуються до 420...320К, їх навантажують згинальним моментом $M_{зг}=P \cdot h$.

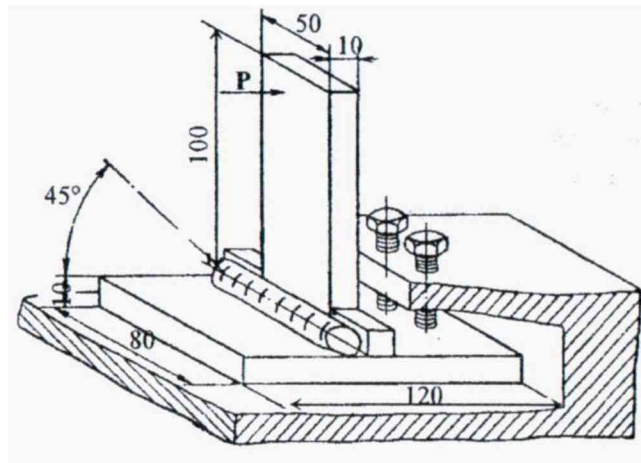


Рисунок 1.10 – Метод ЛТП-2 для таврового зразка.

За методом „імплант” передбачено випробування циліндричного зразка-вкладки (імпланта) з надрізом, який розміщують у зоні термічного впливу поблизу зони сплавлення.

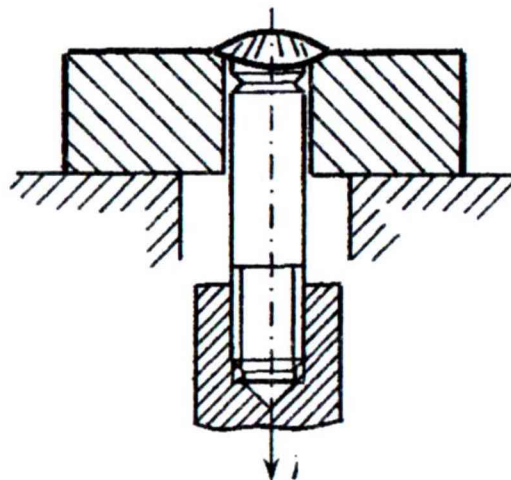


Рисунок 1.11 – Метод „імплант”

Зразок монтують на ковзній посадці в отворі пластини, на яку

наплавляють валик. Термічні цикли зварювання регулюють величиною погонної енергії. У процесі охолодження в діапазоні 420...370К зразки навантажують силою розтягу P . напруження руйнування розраховують відносно поперечного перерізу зразка в місці надрізу.

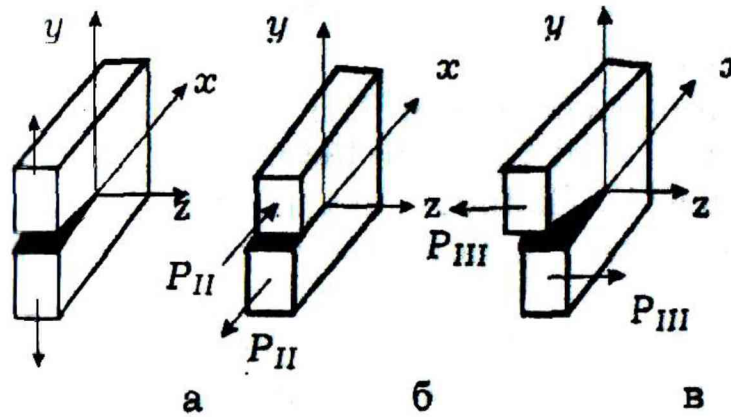


Рисунок 1.12 – Напруження і деформації у вістрі тріщин: а – нормальний відрив; б – поперечний зсув; в – повздовжній зсув.

Для оцінки міцності тіл з тріщинами необхідно, в першу чергу, знати напружено-деформований стан в околі вістря тріщини. При навантаженні тіла протилежні сторони тріщини взаємно зміщуються. Розрізняють три основних типи переміщень поверхонь тріщини (рис.1,11). Розподіл напружень і зміщень в околі вістря тріщини нормального відриву (рис.1,12) має вигляд

$$\sigma_x = \frac{K_1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot r}} \cdot \cos \frac{Q}{2} \cdot \left(1 - \sin \frac{Q}{2} \cdot \sin \frac{3 \cdot Q}{2}\right), \quad (1.4)$$

$$\tau_{xy} = \frac{K_1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot r}} \cdot \cos \frac{Q}{2} \cdot \sin \frac{Q}{2} \cdot \cos \frac{3 \cdot Q}{2}, \quad (1.5)$$

$$\sigma_z = \mu \cdot (\sigma_x + \sigma_y), \quad \tau_{xz} = \tau_{yz} = 0, \quad (1.6)$$

$$\sigma_x = \frac{K_1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot r}} \cdot \cos \frac{Q}{2} \cdot \left(1 - \sin \frac{Q}{2} \cdot \sin \frac{3 \cdot Q}{2}\right), \quad (1.7)$$

$$u = \frac{K_1}{2 \cdot G} \sqrt{\frac{r}{2 \cdot \pi}} \cdot \cos \frac{Q}{2} \cdot \left(k - 1 - \sin^2 \frac{Q}{2}\right), \quad (1.8)$$

$$v = \frac{K_1}{2 \cdot G} \sqrt{\frac{r}{2 \cdot \pi}} \cdot \sin \frac{Q}{2} \cdot (k + 1 - \cos^2 \frac{Q}{2}), \quad (1.6)$$

де σ, τ – відповідно нормальні і дотичні напруження;

r – відстань до вістря тріщини;

$G = E / (2(1 + \nu))$ – модуль зсуву;

E – модуль пружності;

ν – коефіцієнт Пуассона;

K_1 – коефіцієнт інтенсивності напружень (КІН) для тріщини нормального відриву;

Q – кут між розглядуваною точкою і продовженням тріщини.

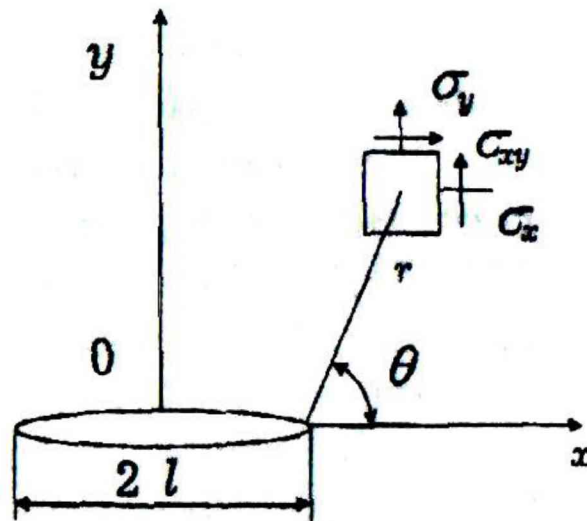


Рисунок 1.13 – Система локальних координат у вістрі тріщини.

1.7 Способи запобігання утворенню холодних тріщин у залізобетонних сплавах.

Існуючі способи запобігання холодним тріщинам спрямовані на усунення негативного впливу основних чинників, що зумовлюють їхнє утворення. Відповідно до цього, їх можна поділити на певні групи: такі, що регулюють структуру в зварних з'єднаннях; такі, що зменшують рівень залишкових зварювальних напружень 1-го роду; такі, що зменшують

концентрацію дифузійного водню у зварному з'єднанні. При цьому часто один і той самий спосіб тисю чи іншою мірою впливає на весь комплекс чинників, які спричиняють виникнення холодних тріщин.

Керування структуроутворенням у зварному з'єднанні. Регулювання структурою зварних з'єднань з метою підвищення їхньої стійкості до утворення холодних тріщин зводять до таких заходів: зменшення кількості низькотемпературних продуктів розпаду аустеніту, мартенситу; зниження ступеня тетрагональності мартенситу; підвищення дисперсності мартенситної складової; подрібнення аустенітних зерен; створення умов для релаксації піків напружень 2-го роду на межах зерен; максимальне зменшення мікрохімічної неоднорідності на межах зерен.

Розглянемо найпоширеніші способи керування структуроутворенням.

Керування структуроутворенням передбачає зменшення вмісту мартенситу, а також підвищення температури його утворення та отримання найсприятливішої внутрішньої тонкої структури при мінімально можливому формі зерен.

Для вибраного хімічного складу матеріалу регулювання структури у зварному з'єднанні можливе фактично одним способом, а саме – термічним циклом зварювання.

Оптимальний тепловий режим зварювання досягається за певної величини погонної енергії, а також температур попереднього, супутнього та наступного нагрівів. При цьому його вплив на структуру виявляється через певні параметри термічних циклів зварювання: час перебування при температурах, вищих за 1273К; швидкості охолодження в інтервалах температур 900...800К або 1100...800К.

Вибір хімічного складу шва. Найоптимальнішим є такий варіант, коли за хімічним складом зварний шов не відрізняється від основного металу. Це далеко не завжди можна реалізувати, особливо при зварюванні матеріалів, схильних до утворення технологічних тріщин.

Відомо, що склад металу шва впливає на стійкість пришовної зони до утворення холодних тріщин. Це виявляється через рівень та розподіл залишкових напружень у зварному з'єднанні, а також – через здатність зварювальної ванни поглинати водень та виділяти його до закінчення процесу кристалізації. Важливою при цьому є здатність зварного шва розчиняти атомарний водень і впливати на його дифузію.

У багатьох випадках для підвищення стійкості зварних з'єднань до утворення холодних тріщин використовують аустенітні зварні шви, основою яких можуть бути сплави систем Fe-Cr-Ni та Fe-Mn-C.

Сприятливий вплив аустенітних швів пояснюється, по-перше, їхньою відносною легкоплавкістю, завдяки якій аустенітний метал здатний проникати межами зерен основного металу в зоні сплавлення, що робить останній еластичнішим та деформаційно-спроможним і, тим самим, стійкішим до утворення гарячих тріщин. Окрім цього аустеніт, порівняно з феритом, краще розчиняє водень і одночасно знижує коефіцієнт його дифузії, що призводить до зменшення концентрації останнього у пришовній зоні.

Дуже важливим для підвищення стійкості до утворення холодних тріщин є те, що відносно невисока межа текучості аустеніту сприяє релаксації напружень, які виникають у зварному з'єднанні в результаті термодформаційного циклу зварювання.

Зниження вмісту водню в металі шва. Найпростіші та ефективні способи зниження вмісту водню в металі шва базуються на усуненні джерел, що постачають його у зварювальну реакційну зону.

Залежно від видів та методів зварювання, вони можуть бути різними: прожарювання електродів з фтористо-кальцієвим покриттям при температурах 750...770К протягом 3-х годин, низькокремністих флюсів – при 870К на протязі 4-х годин та фтористо-кальцієвих – при 1170К протягом 5-ти год; осушування захисних газів; ретельне зачищення кромки металу та зварювального дроту від жирів, іржі та інших забруднень.

Режими зварювання також впливають на кількість водню, що

розчиняється у шві. Це пов'язано, в першу чергу, з температурно-часовими умовами існування металу в розплавленому стані як на стадії електродної краплі, так і зварювальної ванни.

Зменшення залишкових напружень. Відомо, що величина й характер пружно-пластичних деформацій, які виникають у зварних з'єднаннях під дією термічно деформаційних циклів зварювання, визначають рівень залишкових напружень. Можна вважати, що їхня величина залежить від ступеня нерівномірності розподілу температури при нагріванні й охолодженні, характеру фазових перетворень та жорсткості зварних елементів, які протидіють деформаціям.

На величину залишкових зварювальних напружень можна суттєво впливати через деформацію, що спостерігається в зварному з'єднанні і яку можна зареєструвати вимірювальними приладами. Ця деформація залежить від форми та розмірів зварних з'єднань, від тепло-фізичних властивостей металу, параметрів режиму зварювання. З її збільшенням закономірно зменшується величина залишкових напружень, зокрема пружних. Разом з тим, величина залишкових пружно-пластичних деформацій, а отже й напружень, безпосередньо залежить від об'єму металу, що був пластично zdeформованим під дією термічно деформаційних циклів зварювання.

Таким чином, знизити величину залишкових зварювальних напружень можна за рахунок зменшення жорсткості зварних з'єднань і конструкцій, а також об'єм розігрітого до високих температур металу. Для цього потрібно використовувати потужні зварювальні джерела нагрівання та зменшувати погонну енергію.

1.8. Мета та задачі досліджень.

На основі аналізу літературних даних і проведених досліджень, було виявлено ряд недоліків, які виникають при заварюванні чавуну. А саме, можливість появи холодних тріщин у зоні термодформаційного впливу зварювання.

Холодні тріщини є найпоширенішим дефектом, який виникає у зварних з'єднаннях та в наплавлених деталях залізобуглецевих сплавів. Заварювання тріщин, що виникають на стінках головки блоку циліндрів, викликає появу нових тріщин. Це приводить до порушення герметичності. Крім того, при зварюванні чавунних деталей виникають відбілені ділянки карбіду заліза (Fe_3C), які важко піддаються механічній обробці. Для запобігання цього необхідні додаткові витрати енергії і матеріалів. Тому цей спосіб недоцільно використовувати для усунення тріщин, які виникають в головці блоку циліндрів. Більш доцільним є спосіб усунення тріщин за допомогою епоксидних клейових композицій.

Сутність процесу ремонту за допомогою епоксидних матеріалів така. Багато речовин потрапляючи на поверхню металу щільно до них приєднуються. Це явище називається адгезією. Характер сил, що викликають адгезію залежить від природи поверхонь, що склеюються і їхнього стану.

При нанесенні полімеру на поверхню металу на їхній границі виникає подвійний електричний шар. Це пояснюється тим що рухомі електрони металу легко переходять у матеріал полімеру. Шар металу, втрачаючи електрони, заряджається позитивно, а полімер отримує негативний заряд. Проте електростатичні сили виявляються не у всіх матеріалах, і не в однаковій ступені. Коли на поверхню металу наносять шар полімеру, то завдяки дифузії, довгі молекули проникають у тріщини, пори. Зачіпаючись за нерівності, поглиблення молекули полімеру при застиганні дають міцне з'єднання.

Метою даної магістерської роботи є вдосконалення технологічного процесу відновлення головок блоку циліндрів заміною операцій по заварюванню тріщин на операції по усуненню тріщин клейовими епоксидними матеріалами. Для вирішення цієї проблеми необхідно:

- проаналізувати умови роботи головки блоку циліндрів двигуна ЯМЗ-236 та виникнення дефектів в деталі при експлуатації;
- обґрунтувати недоцільність усунення тріщин методом їх

заварювання;

- розробити технологічний процес усунення тріщин за допомогою клейових епоксидних композицій;
- модернізувати стенд для розбирання (складання) головок блоку циліндрів двигунів ЯМЗ-236;

2. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ БЛОКІВ ЦИЛІНДРІВ

2.1 Розробка технологічного процесу дефектування головки блоку циліндрів.

Головку циліндрів замінюють при появі тріщин, які проходять через отвір під направляючі втулки клапанів, отвори під стакани форсунок і гнізда під сідла клапанів, і тріщин на стінках сорочки охолодження в місцях недоступних для ремонту.

Наявність тріщин встановлюють зовнішнім оглядом, а також під час випробовування головок на герметичність водою під тиском 0,4 МПа. Тріщини і пробоїни на головці циліндрів не допускаються. Допускаються лише мілкі тріщини які не порушують герметичність.

Зазор в спряженні втулка – стрижень у впускного клапана має бути 0,03...0,074 мм, у випускного – 0,07...0,114 мм.

Головки блоку циліндрів допускаються до збирання без ремонту, якщо неплоскісність поверхні, яка прилягає до блока, не більше 0,1мм по всій довжині і не більше 0,05мм на довжині 100мм; якщо ширина робочої фаски

сідла впускного клапана 2,0–2,8мм, випускного – 1,5–2,3мм; якщо діаметр внутрішніх поверхонь направляючих втулок клапанів – не більше 12,06мм і якщо в різьбі для шпильок не більше двох зірваних ниток.

Направляючі втулки клапанів при зносі внутрішнього діаметра більше ніж 12,06мм замінюють новими.

Граничне потопання тарілки нового клапана від площини головки при відновлених фасках сідла головки допускається: 2,5мм для впускного клапана і 3,0мм для випускного.

2.2 Складання таблиці основних спряжень для розбирання вузла, що ремонтується

Таблиця 2.1 - Монтажні спряження

№п/п	Спряжені деталі		Розмір по кресленню, мм	Натяг (-), зазор (+), мм	
	назва	позначення		по кресленню	допустимий
1	Головка циліндрів–діаметр отвору під сідло випускного клапану	236-1003015Г	$\varnothing 62^{+0,03}$	-0,045	-0,035
	Сідло випускного клапана–зовнішній діаметр	236-1003108-б	$\varnothing 62^{+0,105}_{+0,075}$		
2	Головка циліндрів–діаметр отвору під сідло впускного клапана	236-1003015Г	$\varnothing 54^{+0,03}$	-0,045	-0,035
	Сідло впускного клапана–зовнішній діаметр	236-1003110-В	$\varnothing 54^{+0,105}_{+0,075}$		
3	Головка циліндрів–отвір під направляючу втулку клапана	236-1003015Г	$\varnothing 19^{+0,023}$	-0,16	-0,009
	Направляюча втулка клапана–зовнішній діаметр	236-1007032	$\varnothing 19^{+0,062}_{+0,039}$		
4	Клапан впускний–діаметр стрижня	236-1007010В	$\varnothing 12^{+0,019}$	-0,074	+0,110
	Направляюча втулка клапана–внутрішній діаметр	236-1007032	$\varnothing 19^{-0,070}_{-0,095}$		
5	Направляюча втулка клапана–внутрішній діаметр	236-1007032	$\varnothing 12^{+0,019}$	+0,070	0,150
	Клапан випускний–діаметр стрижня	236-1007015В	$\varnothing 19^{-0,030}_{-0,055}$		

2.3 Складання таблиці дефектів та технологічних маршрутів відновлення гільз

Під час експлуатації двигуна в головці блоку циліндрів з'являються наступні дефекти [5]:

1. Тріщини на зовнішніх поверхнях сорочки.
2. Тріщини на сідлах клапанів.
3. Випрацювання, риски і раковини на сідлах випускних і впускних клапанів.
4. Знос отворів у направляючих втулках клапанів.
5. Знос отворів над направляючою втулки.
6. Короблення поверхні прилягання до блоку.
7. Послаблення заглушок водяної сорочки.
8. Різьби М10-7Н, М18х1,5 6Н

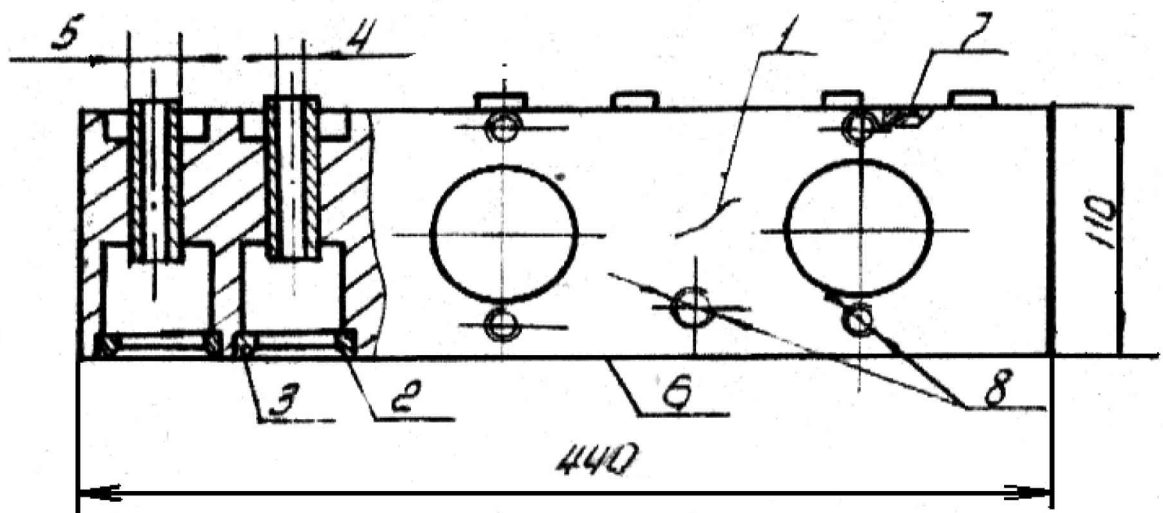


Рисунок 2.1 – Основні дефекти головки блоку циліндрів.

Таблиця 2.2 - Дефектування деталі

№	Найменування дефекту	Засіб встановлення дефекту та вимірвальний інструмент	Розміри, мм			Висновок
			Номінальний	Допустимий без ремонту	Допустимий для ремонту	
1	Тріщини, що захоплюють внутрішні канали	Огляд, випробування на герметичність водою під тиском 0,4 мПа на протязі 2 хв.	—	—	—	Бракувати
2	Тріщини, що охоплюють отвори під направляючи втулки клапанів стакани форсунок та гнізда під сідла випускних клапанів.	Теж	—	—	—	ремонтувати. зварювання.
3	Тріщини на площині прилягання до блоку.	Теж	—	—	—	ремонтувати. зварювання.
4	Тріщини, крім тих, що вказані у п. 1,2,3	Теж	—	—	—	Ремонтувати. Зварювання. Бракувати при наявності тріщин у важкодоступних місцях.
5	Тріщини на сідлах випускних клапанів	Огляд. Лупа десятикратного збільшення.	—	—	—	Ремонтувати. Заміна сідла.
6	Виробка, риски або раковини на сідлах випускних каналів.	Огляд. Конусний калібр з кутом конуса 90°, з малим діаметром конуса 46мм та висотою 4,6мм	Кут конуса 90°, середній діаметр 46	ширина робочої фаски 1,5-2,3	Після шліфування утоплення калібру відносно поверхні на 1	Ремонт. Шліфування.
7	Виробка, риски або раковини на сідлах впускних каналів.	Огляд. Конусний калібр з кутом конуса 120°, з малим діаметром конуса 58 мм та висотою 3,9 мм.	Кут конуса 120° Середній діаметр конуса 58	Ширина робочої фаски 2,0-2,5	Після шліфування утоплення калібру відносно поверхні на 1	Ремонт. Шліфування
8	Послаблення посадки сідла випускних клапанів.	Перевірки посадки легким ударом мідного молотка. При наявності послаблення – видалення сідла і замір діаметра отвору. Пробка листова 56,05мм.	56 ^{+0,03}	При заміні сідла 56,05	При розмірі більше 56,05	Ремонт. Фрезерування гнізда під ремонтний розмір сідла.
9	Порушення ущільнення стакана форсунки.	Огляд, випробування на герметичність водою під тиском 0,4 мПа на протязі 2 хв.	—	—	—	Заміна стакана та ущільнюючого кільця.
10	Знос отвору у направляючих втулках.	Пробка листова	12 ^{+0,019}	12,03	12,03	Ремонтувати. Постановка нової втулки ремонтного розміру.
11	Знос отворів під направляючу втулку	Видалення втулки та замір діаметра отвору. Пробка листова 19,035мм	19 ^{+0,23}	19,035	Більше 19,035	Ремонтувати. Розгоргання отвору під ремонтний розмір.
12	Викривлення площини прилягання до блоку	Плита перевірна Щуп 0,07мм	Неплоскісність			Ремонтувати.
			Не більше 0,05	Не більше 0,07	Більше 0,07	Шліфування площини.
13	Виробка опорних площин під гайки шпильок закріплення головки блоку циліндрів.	Огляд. пптангенглибиномір ШГ-200 ГОСТ 163-80	96	94,5	Менше 94,5	Ремонтувати. постановка шайб. Бракувати при розмірі менше ніж 94мм.

На основі перерахованих дефектів головки блоку циліндрів складаємо маршрут відновлення.

I маршрут.

Тріщини, що охоплюють отвори під направляючі втулки клапанів стакани форсунок та гнізда під сідла випускних клапанів.

Знос отвору у направляючих втулках.

Знос отворів під направляючу втулку.

Знос отворів під направляючу втулку більше 12,03мм.

Знос отвору у направляючих втулках більше 19,035мм..

Виробка, риски або раковини на сідлах впускних каналів

Виробка, риски або раковини на сідлах випускних каналів

Викривлення площини прилягання до блоку

II маршрут.

Тріщини, що охоплюють отвори під направляючі втулки клапанів стакани форсунок та гнізда під сідла випускних клапанів.

Тріщини на площині прилягання до блоку.

Тріщини, крім тих, що вказані у п. 1, 2, 3

Тріщини на сідлах випускних клапанів

Виробка, риски або раковини на сідлах випускних каналів.

Виробка, риски або раковини на сідлах впускних каналів.

Знос отворів під направляючу втулку більше 12,03мм.

Знос отвору у направляючих втулках більше 19,035мм..

Послаблення посадки сідла випускних клапанів.

III маршрут.

Тріщини, що охоплюють отвори під направляючі втулки клапанів стакани форсунок та гнізда під сідла випускних клапанів.

Тріщини на площині прилягання до блоку.

Тріщини, крім тих, що вказані у п. 1,2,3

Тріщини на сідлах випускних клапанів

Виробка, риси або раковини на сідлах випускних каналів.
Виробка, риси або раковини на сідлах впускних каналів.
Послаблення посадки сідла випускних клапанів.
Порушення ущільнення стакана форсунки.
Викривлення площини прилягання до блоку
Виробка опорних площин під гайки шпильок закріплення головки блоку циліндрів.

На основі аналізу дефектів найбільш часто зустрічаються дефекти згруповані в маршруті І, на який і розроблений технологічний процес відновлення деталі.

2.4 Аналіз існуючих способів відновлення головки блоку циліндрів.

1.Тріщини (дефект №1).

Тріщини головок блока циліндрів заварюють без попереднього підігріву головок електродуговим зварюванням за допомогою електрода ЦЧ-4, самозахисного дроту ПАНЧ-11. Також тріщини головок можна ремонтувати за допомогою епоксидних матеріалів.

Не дивлячись на широке використання зварювання при усуненні тріщин в головках блоку циліндрів, цей спосіб має ряд суттєвих недоліків: в шовній області з'являється відбілювання чавуну, яке ускладнює механічну обробку. Крім того, залишкові навантаження, які з'являються в процесі зварювання, спотворюють геометричні параметри деталей і сприяють появі нових тріщин.

В даний час при ремонті для усунення тріщин широке використання набув метод з використанням фігурних вставок.

Вправляння тріщин фігурними вставками дозволяє відновлювати не тільки герметичність головки, а і її міцність.

Технологія ремонту включає отримання в деталі спеціального паза і запресування в нього виготовленої фігурної вставки. До основних деталей

оснащення, від яких залежить якість роботи, відносяться кондуктор для свердління отворів паза і сама фігурна вставка. Тріщини вправляють ущільнюючими і стяжними фігурними вставками, які виробляють із низько вуглецевої сталі 20 або ст.3. Закладення тріщини ущільнюючими фігурними вставками полягає в наступному. Зробивши відступ від кінця тріщини в сторону її продовження на 4...5мм, свердлять отвори діаметром 4,6мм для деталей з товщиною стінки до 12мм і діаметром 6,6мм – більше 12мм на глибину відповідно 3,5 і 6,5мм. Потім послідовно вздовж тріщини свердлять також отвори за допомогою спеціального кондуктора. Кондуктор переставляють і фіксують кожен раз по просвердленому отвору. Крім того, отвори роблять і в поперек тріщини – по два з кожної сторони через кожні п'ять отворів. Встановлюють в паз спочатку поперечні, а потім повздовжні вставки, змастивши попередньо торцеві і бокові поверхні епоксидним компаундом, і склепують їх.

Вправляння тріщин стягуючими фігурними вставками аналогічна способу, якій описаний вище. Фігурний паз під стягуючу вставку виготовляють тільки в поперек тріщини. За допомогою спеціального кондуктора свердлять шість отворів діаметром 3,5мм на глибину 10 або 15мм (в залежності від товщини деталі) з кроком більше ніж на 0,1...0,3мм, розміщуючи при цьому три отвори з однієї сторони і три – з іншої. Перемичку між отворами видаляють спеціальним пробійником у вигляді пластин товщиною 1,8 або 3,0мм. В отриманий паз запресовують фігурну вставку, попередньо знежиривши поверхні і змастивши їх епоксидним складом. Тріщина стягується за рахунок різниці розмірів кроків між осями отворів фігурного паза і фігурної вставки.

Вправляння тріщин штифтуванням – трудомістка операція і потребує високої кваліфікації слюсаря. Цей метод використовують при ремонті деталей, до яких ставиться вимога герметичності. Суть цього способу являється в тому, що тріщину по всій довжині вправляють різьбовими

штифтами. Штифти виготовляють з червоної міді або бронзи.

Спочатку розсвердлюють кінці тріщини, нарізають в них різьбу і встановлюють штифти. Потім в особливому порядку свердлять отвори і встановлюють останні штифти. Тріщини довжиною більше 50мм вправляти штифтами не рекомендується.

Одним з ефективних і економічних способів вправлення тріщин є використання клейових епоксидних композицій [6].

Клейові епоксидні композиції широко застосовують в машинобудуванні і ремонтному виробництві.

Сутність процесу ремонту за допомогою епоксидних матеріалів така. Багато речовин потрапляючи на поверхню металу щільно до них приєднуються. Це явище називається адгезією. Характер сил що викликають адгезію залежить від природи поверхонь, що склеюються і їхнього стану.

При нанесенні полімеру на поверхню металу на їхній границі виникає подвійний електричний шар. Це пояснюється тим що рухомі електрони металу легко переходять у матеріал полімеру. Шар металу, втрачаючи електрони, заряджається позитивно, а полімер отримує негативний заряд. Проте електростатичні сили виявляються не у всіх матеріалах, і не в однаковій ступені. Коли на поверхню металу наносять шар полімеру, то завдяки дифузії, довгі молекули проникають у тріщини, пори. Зачіпаючись за нерівності, поглиблення молекули полімеру при застиганні дають міцне з'єднання.

Для готування епоксидних композицій застосовуються епоксидні смоли ЕД-14, ЕД-16, ЕД-20, ЕД-22.

Для цього використовують епоксидний клей наступного складу (в вагових частинах) :

смола ЕД-16 – 100;

дибутилфталат – 18...20;

порошок чавунний – 40...50;

поліетиленпаламін – 8...10.

Тріщини довжиною до 20мм вправляють наступним чином. За допомогою лупи 8...10-кратного збільшення знаходять границі тріщин і на її кінцях свердлять отвори діаметром 2,5...3,0мм. Вздовж неї по всій довжині знімають фаску під кутом 60...70° на глибину 1,0...3,0мм. Зачищають поверхню на відстані 40...50мм від тріщини до металевого с'ява. Обезжирюють поверхні тріщини і зачищеної ділянки. Після просушування поверхні на протязі 8...10 хвилин поверхню деталі знов обезжирюють і повторно просушують.

Деталь встановлюють так, щоб поверхня з тріщиною знаходилась в горизонтальному положенні, і наносять шпателем епоксидний склад на поверхню тріщини і зачищеної ділянки [6].

Тріщину довжиною 20...150мм ремонтують так само, але після нанесення епоксидної композиції на неї додатково накладають накладку із склотканини.

На тріщині довжиною більше 150мм наносять епоксидну композицію з накладенням металевої накладки і закріпленням її болтами.

2. Тріщини, виробіток, rischi, раковини на сідлах впускних і випускних клапанів.

Ремонтне сідло впускного клапана виготовляють з чавуну, по хімічному складу близькому до складу головки циліндрів, а випускного клапана – із спеціального чавуну. Твердість відливки HRC 50-60.

Сідла клапанів відновлюють в залежності від характеру дефекта. Робочі фаски клапанних сідел обробляють тільки після відновлення отворів в направляючих втулках клапанів.

Риски на робочій поверхні сідла впускного і випускного клапанів, виробіток і вм'ятини видаляють зенкеруванням або шліфуванням фаски сідла, забезпечуючи при цьому знімання мінімального шару металу для

отримання чистої поверхні фаски сідла. Граничне потопання тарілки нового клапана від площини головки при відновлених фасках сідла головки допускається: 2,5мм для впускного клапана і 3,0мм для випускного.

Ріжучий інструмент для відновлення фаски повинен мати орієнтацію по внутрішньому діаметру направляючої втулки клапана для забезпечення співвісності фаски і внутрішнього діаметра направляючої втулки клапана в межах 0,025мм (биття 0,05мм).

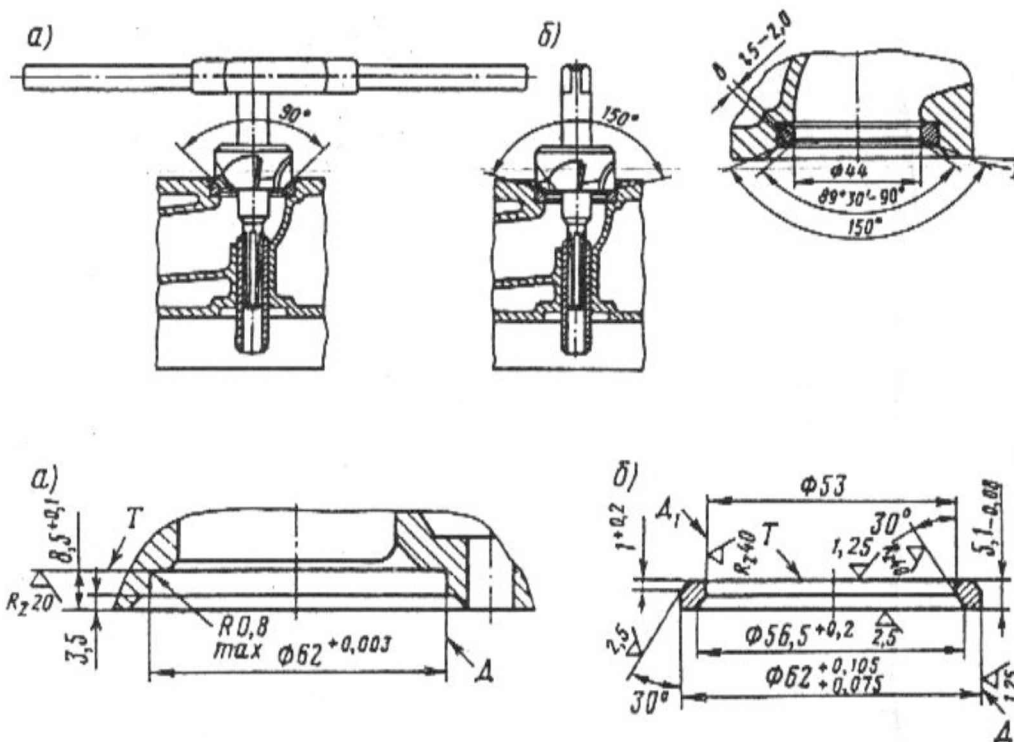


Рисунок 2.3 – Обробка фасок сідел впускного і випускного клапанів.

Фаску сідла впускного клапана обробляють наступним чином:

фрезерують робочу поверхню зенкером під кутом 120° до отримання чистої і рівної поверхні;

фрезерують нижню кромку робочої фаски зенкером під кутом 150° , дотримуючись потрібної ширини фаски в границях діаметра $59,4^{+0,7}$ мм;

фрезерують нижню кромку робочої фаски зенкером під кутом 60° до отримання ширини фаски 2,0–2,5мм.

Фаску сідла випускного клапана проводять наступним чином:

фрезерують робочу фаску зенкером під кутом 90° до отримання необхідної чистоти;

фрезерують нижню кромку фаски зенкером під кутом 150° , забезпечують розмір робочої фаски в межах 1,5–2,0

При заміні сідел, гніздо під ремонтне сідло в головці циліндрів розточують на радіально свердлильному станку. При впресовуванні нового сідла головку циліндрів нагрівають в киплячій воді до 90°C і витримують при цій температурі не менше ніж 3 хвилини. Впресовують сідло легкими ударами молотка через мідну або латунну підставку, забезпечивши натяг не менше 0,02мм. Прилягання сідла до головки циліндра перевіряють щупом. Щуп товщиною 0,05мм проходити не повинен.

Клапанні гнізда після шліфування зміцнюють методом холодного пластичного деформування. Для цього застосовують катки різних конструкцій.

Для зменшення зносу фаски клапанів наплавляють твердими сплавами ЕП616 і в отвори головки циліндрів встановлюють кільця, вироблені із зносостійкого матеріалу.

3. Знос отворів в направляючих втулках клапанів.

Направляючі втулки клапанів при зносі внутрішнього діаметра більше ніж 12,06 мм замінюють новими. На спеціальному стенді запресовують в отвір головки циліндрів направляючі втулки клапанів і обробляють їх розгорткою під номінальний $12^{+0,019}$ мм або ремонтний $11,6^{+0,019}$ мм розміри. Направляючі втулки клапанів запресовують з натягом 0,03-0,05 мм. Вони мають виступати над опорною площадкою пружини клапана на $31\pm 0,5$ мм. Перед впресовуванням направляючі втулки клапанів змочують мастилом на протязі трьох годин, а головку нагрівають до температури $160\text{--}170^\circ\text{C}$.

Можливо відновлення внутрішнього діаметра направляючих втулок

термічною обробкою.

4. Знос отворів під направляючу втулку.

При зносі отворів в головці циліндрів під направляючу втулку більше 19,03мм встановлюють ремонтну направляючу втулку. Для цього отвір розвертають до діаметра $19,2^{+0,023}$ мм і впресовують ремонтну втулку.

При зносі або зриві різьби в отворах головки циліндрів нарізають різьбу ремонтного розміру. В головці циліндрів нарізають різьби під ремонтні шпильки наступних розмірів: водорозподільної труби – М10х1,5Т на глибину 14мм; впускного і випускного трубопроводів – М12х1,75Т на глибину 15мм; скоби форсунки – М14х2Т на глибину 22мм.

2.5 Аналіз базового технологічного процесу, обґрунтування та вибір оптимального методу відновлення головок блоку циліндрів.

Гільзи циліндрів відносяться до деталей, які необхідно відновлювати на великих централізованих підприємствах.

Головку блоку циліндрів двигунів типу ЯМЗ-236 відновлюють за наступним маршрутом:

005 слюсарна (деф. 7,8);

Зняти послаблені заглушки, встановити невистачаючі заглушки.

Калібрувати різьби М 10-2Н; М18х1,5-6Н.

010 слюсарна (деф. 1,2,3,4,5);

Провести випробування головки на герметичність під тиском 4 кг/см^2 на протязі 3...4 хв.

015 слюсарна (деф. 1);

020 зварювальна (деф.1);

025 слюсарна (деф. 1);

Зачистити наплавлення після зварювання;

030 слюсарна (деф. 4);

випресувати спрацьовані втулки клапанів;

запресувати нові втулки ;

Виступання втулок:

– випускних не більше 20,5мм;

– впускних не більше 23,1мм.

Перед запресуванням втулки просочити мастилом ГОСТ 20799-90 на протязі 3-х годин не менше.

035 слюсарна (деф. 4):

Розвернути втулки, дотримуючись розміру $\varnothing 12^{+0,12}$ мм;

040 контрольна (деф.4):

Перевірити розмір $\varnothing 12^{+0,018}$ мм, шорсткість обробленої поверхні має бути не менше $Ra=0.63$ мкм.

045 слюсарна (деф.5):

Випресувати втулку.

050 слюсарна (деф.5):

Розвернути отвори під втулки до найближчого ремонтного розміру $\varnothing 20,2^{+0,23}$ мм, $\varnothing 20,4^{+0,023}$ мм. Шорсткість обробленої поверхні не менше $Ra=0.63$ мкм.

055 слюсарна (деф. 5):

Запресувати ремонтну направляючу втулку.

060 слюсарна (деф. 5):

операція 035.

065 контрольна (деф. 5):

070 фрезерна (деф.2):

075 слюсарна (деф 2):

Запресувати нове сідло.

080 фрезерна (деф.2,3):

085 фрезерна (деф.2,3):

090 контрольна (деф. 2,3):

095 слюсарна (деф. 2,3):

Підібрати клапана до направляючих втулок, надіти поворотальні пружини, на поверхню фаски клапана нанести шар пасти по складу:

1,5 частини мікро порошку карбіду кремнію зеленого 63с-м28 ГОСТ2-144-71 ; 1-частина дизельного мастила М-10В ТУ 38 – 1–210–68 або М12Б – 1–264–72 і 0,5 частин дизельного палива АП ГОСТ 305-82 і встановити клапана у втулки.

Притерти клапана до сідел на протязі 3-х хвилин до появи на фасках клапана і сідла однорідного матового пояска шириною 1,5мм.

100 шліфувальна (деф. 6):

105 контрольна (деф. 6):

110 мийна:

Промити головку блока циліндрів $t=5$ хв.

115 слюсарно–збиральна:

Встановити клапана у відповідні сідла головки циліндрів.

Перед встановлюванням клапанів у втулки їх стержні змазують тонким шаром дизельного масла. Встановлювання клапанів в інші сідла не допускається.

При аналізі даного технологічного процесу відновлення виявлено наступний недолік. Тріщини відновлюють зварюванням, що негативно відбивається на якості деталі. А саме – залишкові навантаження, які з'являються в процесі зварювання, спотворюють геометричні параметри деталей і сприяють появі нових тріщин.

Можливе використання клейових епоксидних композицій або фігурних вставок. Метод з використанням фігурних вставок потребує виготовлення додаткових деталей, а отже і додаткову витрату металу. Використання

клеєвих епоксидних композицій не викликає залишкові навантаження і забезпечує кращу герметичність.

Тому раціонально для усунення цього дефекту замінити зварювання способом з використанням клеєвих епоксидних композицій.

2.6 Обґрунтування та розробка структурної послідовності розробленого технологічного процесу відновлення головки блоку циліндрів.

У будь-якій деталі машини, що надійшла на відновлення, як правило, знаходиться декілька дефектів, котрі необхідно усунути у випадку, якщо вони перевищують допустимі норми.

Для складання маршрутних та операційних технологічних карт потрібно обґрунтувати спосіб відновлення, найбільш раціональний для кожного дефекту.

При виборі способу відновлення потрібно врахувати наступні фактори:

- матеріал і термічну обробку поверхні, що відновлюється;
- характер та розмір граничного зносу;
- розміри поверхні, що відновлюється та її конструктивні особливості;
- умови роботи деталі у вузлі; витрати на відновлення та ін.

Необхідно встановити можливість застосування одного чи декількох способів для відновлення кожної з дефектних поверхонь деталей в залежності від їх технічного стану. На основі технологічного критерію визначається перелік можливих способів відновлення даної поверхні, при цьому відсіваються, очевидно, непридатні.

005 слюсарна (деф. 7,8);

Зняти послаблені заглушки, встановити невисначаючі заглушки.

Калібрувати різьби М 10-2Н; М18х1,5-6Н.

010 слюсарна (деф. 1,2,3,4,5);

Провести випробування головки на герметичність під тиском 4 кг/см^2 на протязі 3...4 хв.

015 слюсарна (деф. 1);

Зачистити тріщину до металевого с'яйва.

020 слюсарна (деф.1);

Засвердлити кінці тріщин. Обробити тріщину по довжині, під кутом 90° на $2/3$ товщини металу.

025 слюсарна (деф. 1);

Очистити оброблену тріщину ацетоном технічним ГОСТ 2768-89.

Заповнити канавку епоксидним клеєм наступного складу (по частинам):

смола ЭД-16 – 100;

дібутілфталат – 18...20;

порошок чавунний – 40...50;

поліетиленпаламін – 8...10.

Витримати шов на протязі 24 годин $t^\circ=18...22^\circ\text{C}$.

030 слюсарна (деф. 4);

Випресувати спрацьовані втулки клапанів;

запресувати нові втулки ;

Виступання втулок:

– випускних не більше 20,5мм;

– впускних не більше 23,1мм.

Перед запресуванням втулки просочити мастилом ГОСТ 20799-90 на протязі 3-х годин не менше.

035 слюсарна (деф. 4):

Розвернути втулки, дотримуючись розміру $\varnothing 12^{+0,12}$ мм;

040 контрольна (деф.4):

Перевірити розмір $\varnothing 12^{+0,018}$ мм, шорсткість обробленої поверхні має бути не менше $Ra=0.63$ мкм.

045 слюсарна (деф.5):

Випресувати втулку.

050 слюсарна (деф.5):

Розвернути отвори під втулки до найближчого ремонтного розміру

$\varnothing 20,2^{+0,23}$ мм, $\varnothing 20,4^{+0,023}$ мм. Шорсткість обробленої поверхні не менше

$Ra=0.63$ мкм.

055 слюсарна (деф. 5):

Запресувати ремонтну направляючу втулку.

060 слюсарна (деф. 5):

операція 035.

065 контрольна (деф. 5):

070 фрезерна (деф.2):

075 слюсарна (деф 2):

Запресувати нове сідло.

080 фрезерна (деф.2,3):

085 фрезерна (деф.2,3):

090 контрольна (деф. 2,3):

095 слюсарна (деф. 2,3):

Підібрати клапана до направляючих втулок, надіти повертальні пружини, на поверхню фаски клапана нанести шар пасти по складу:

1,5 частини мікро порошку карбіду кремнію зеленого 63с-м28 ГОСТ2-144-71 ; 1-частина дизельного мастила М-10В ТУ 38 – 1–210–68 або М12Б – 1–264–72 і 0,5 частин дизельного палива АП ГОСТ 305-82 і встановити клапана у втулки.

Притерти клапана до сідел на протязі 3-х хвилин до появи на фасках клапана і сідла однорідного матового пояска шириною 1,5мм.

100 шліфувальна (деф. 6):

105 контрольна (деф. 6):

110 мийна:

Промити головку блока циліндрів $t=5$ хв.

115 слюсарно–збиральна:

2.7 Обґрунтування та вибір установлювальних баз при виконанні операцій.

При виконанні технологічної операції відновлення фасок сідел впускного і випускного клапанів, а також при фрезеруванні та шліфуванні клапанних гнізд, в якості технологічної бази приймаємо отвір у направляючій втулці, для забезпечення необхідної співосності отворів втулки і сидла клапана [7].

При виконанні технологічних операцій відновлення інших дефектів в якості установлювальної бази використовують отвори під шпильки кріплення до блоку циліндрів.

2.8 Обґрунтування та вибір технологічного оснащення, ріжучого, вимірювального, контрольного інструментів

Для відновлення головки блоку циліндрів застосовуються наступні інструменти і обладнання: машина мийна П – $1 \times 12 \times 10 \times 10$ (15429), верстак слюсарний ОРГ-1468-021-060А, мітчик 2621-2593А2 ГОСТ 3266-81, стенд гідравлічний для випробовування, машина шліфувальна ГОСТ 12634-80, круг шліфувальний ПП125х10х20, стенд для перепресування втулок, штангенциркуль ШЦ-1-125-0,10 ГОСТ 166-80, пробка МИ-933.000, стенд для розгортання втулок клапанів, пробка 8133-0926 Н9 ГОСТ 14810-69, розгортка ГОСТ 9378-85, стіл контрольний ОРГ-1468-01-080А, пробка 8133-0926 Н9 ГОСТ 14810-69, стенд для притирання клапанів ОПР-1841 А, захват спеціальний, стенд для збирання головок, пристосування для встановлення

клапанів, машина свердлильна ГОСТ 8524-80, свердло 2300-6935 ГОСТ 886-77, фреза 2210-0063 ГОСТ 9304-69, калібр конусний.

Вибираємо верстати і інструмент, керуючись тим, щоб верстат був високопродуктивний, а інструмент забезпечував необхідну точність обробки.

2.9 Розрахунок і вибір режимів операцій запропонованого технологічного процесу відновлення деталі

Технологічна норма часу визначається за формулою:

$$T_H = T_o + T_e + T_{дон} + \frac{T_{nz}}{n}, \text{ (хв)},$$

де T_o – основний час, хв.;

T_e – допоміжний час, хв.;

$T_{дон}$ – додатковий час, хв.;

T_{nz} – підготовчо-кінцевий час, хв.;

n – кількість деталей в партії, штук.

Вибираємо режими і розраховуємо норму часу на виконання вибраних операцій при відновленні головки блоку циліндрів двигуна ЯМЗ-236.

005 слюсарна ;

$$T_{nz} = 6 \text{ хв.}, T_{ит} = 3.4 \text{ хв.}$$

010 слюсарна (деф. 1,2,3,4,5);

Провести випробування головки на герметичність під тиском 4 кг/см² на протязі 3...4 хв.

015 слюсарна (деф. 1);

Зачистити тріщину до металевого сяйва.

$$T_{nz} = 2 \text{ хв.}, T_{ит} = 4,3 \text{ хв.}$$

020 слюсарна ;

Засвердлити кінці тріщин. Обробити тріщину по довжині, під кутом 90° на 2/3 товщини металу.

$$T_{nz} = 8 \text{ хв.}, T_{ум} = 5,5 \text{ хв.}$$

025 слюсарна ;

Очистити оброблену тріщину ацетоном технічним ГОСТ 2768-89.

Заповнити канавку епоксидним клеєм наступного складу (по частинам):

смола ЭД-16 – 100;

дібутілфталат – 18...20;

порошок чавунний – 40...50;

поліетиленпаламін – 8...10.

Витримати шов на протязі 24 годин $t^{\circ}=18...22^{\circ}\text{C}$.

$$T_{nz} = 15 \text{ хв.}, T_{ум} = 2 \text{ хв.}$$

030 слюсарна;

Випресувати спрацьовані втулки клапанів;

запресувати нові втулки ;

Виступання втулок:

– випускних не більше 20,5мм;

– впускних не більше 23,1мм.

Перед запресуванням втулки просочити мастилом ГОСТ 20799-90 на протязі 3-х годин не менше.

$$T_{nz} = 3 \text{ хв.}, T_{ум} = 5,4 \text{ хв.}$$

035 слюсарна

Розвернути втулки, дотримуючись розміру $\varnothing 12^{+0,12}$ мм;

Назначаємо режим різання:

– глибину різання приймаємо $t = 0.52$ мм;

– подача $S = 0.25$ мм/об;

– частота обертання шпинделя $n = 140$ об/хв;

– кількість переходів $i = 1$.

Визначимо основний час за формулою:

$$T_{\text{а}} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ хв.}$$

$$T_{\text{а}} = \frac{70 \cdot 1}{140 \cdot 0,25} = 2, \text{ хв.}$$

040 контрольна (деф.4):

Перевірити розмір $\varnothing 12^{+0,018}$ мм, шорсткість обробленої поверхні має бути не менше $Ra=0.63$ мкм.

045 слюсарна

Випресувати втулку.

$$T_{\text{нз}} = 3 \text{ хв.}, T_{\text{ум}} = 2,7, \text{ хв.}$$

050 слюсарна

Розвернути отвори під втулки до найближчого ремонтного розміру $\varnothing 20,2^{+0,23}$ мм, $\varnothing 20,4^{+0,023}$ мм. Шорсткість обробленої поверхні не менше $Ra=0.63$ мкм.

Назначаємо режим різання:

- глибину різання приймаємо $t = 0.2$ мм;
- подача $S = 0.25$ мм/об;
- частота обертання шпинделя $n = 140$ об/хв;
- кількість переходів $i = 1$;
- швидкість різання $V = 20,6$ м/хв..

Визначимо основний час за формулою:

$$T_{\text{а}} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ хв.}$$

$$T_{\text{а}} = \frac{60 \cdot 1}{140 \cdot 0,25} = 1,73, \text{ хв.}$$

055 слюсарна

Запресувати ремонтну направляючу втулку.

$$T_{\text{нз}} = 3 \text{ хв.}, T_{\text{ум}} = 2,7, \text{ хв.}$$

060 слюсарна

операція 035.

$$T_{\text{а}} = \frac{70 \cdot 1}{140 \cdot 0,25} = 2, \text{ хв.}$$

065 контрольна 5):

Згідно таблиці 206 [15]:

$$T_{\text{нз}} = 5 \text{ хв.}, T_{\text{шт}} = 1,3 \text{ хв.}$$

070 фрезерна (деф.2):

Фрезерувати гніздо клапана.

$$T_{\text{а}} = \frac{12,5 \cdot 1}{140 \cdot 0,25} = 0,36 \text{ хв.}$$

075 слюсарна (деф 2):

Запресувати нове сідло.

Згідно таблиці 206 [15]:

$$T_{\text{нз}} = 4,5 \text{ хв.}, T_{\text{шт}} = 7,8 \text{ хв.}$$

080 фрезерна (деф.2,3):

Фрезерувати сідло клапана впускного. $\varnothing 58\text{мм}$, довжина 12,5мм

Назначаємо режим різання:

- глибину різання приймаємо $t = 0,2 \text{ мм}$;
- подача $S = 0,25 \text{ мм/об}$;
- частота обертання шпинделя $n = 140 \text{ об/хв}$;
- кількість переходів $i = 1$;
- швидкість різання $V = 20,6 \text{ м/хв.}$

Визначимо основний час за формулою:

$$T_{\text{а}} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ хв.}$$

де L – розрахункова довжина оброблюваної поверхні;

i – число проходів;

n – число обертів шпинделя;

S – подача, мм/об.

$$T_{\text{a}} = \frac{12,5 \cdot 1}{140 \cdot 0,25} = 0,36 \text{ хв.}$$

085 фрезерна (деф.2,3):

Фрезерувати сідло клапана випускного $\varnothing 50$ мм довжина 12,5мм.

Назначаємо режим різання:

- глибину різання приймаємо $t = 0,2$ мм;
- подача $S = 0,25$ мм/об;
- частота обертання шпинделя $n = 140$ об/хв;
- кількість переходів $i = 1$;
- швидкість різання $V = 20,6$ м/хв.

Визначимо основний час за формулою:

$$T_{\text{a}} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ хв.}$$

де L – розрахункова довжина оброблюваної поверхні;

i – число проходів;

n – число обертів шпинделя;

S – подача, мм/об.

$$T_{\text{a}} = \frac{12,5 \cdot 1}{140 \cdot 0,25} = 0,36 \text{ хв.}$$

090 контрольна (деф. 2,3):

Згідно таблиці :

$$T_{\text{ns}} = 15 \text{ хв.}, T_{\text{um}} = 13 \text{ хв.}$$

095 слюсарна (деф. 2,3):

Підібрати клапана до направляючих втулок, надіти повертальні пружини, на поверхню фаски клапана нанести шар пасти по складу:

1,5 частини мікро порошку карбіду кремнію зеленого 63с-м28 ГОСТ2-144-71; 1-частина дизельного мастила М-10В ТУ 38 – 1-210--68 або М12Б – 1-264-72 і 0,5 частин дизельного палива АП ГОСТ 305-82 і встановити

клапана у втулки.

Притерти клапана до сідел на протязі 3-х хвилин до появи на фасках клапана і сідла однорідного матового пояска шириною 1,5мм.

Згідно таблиці :

$$T_{nz} = 20 \text{ хв.}, T_{шт} = 3 \text{ хв.}$$

100 шліфувальна (деф. 6):

Назначаємо режим шліфування:

- глибину шліфування приймаємо $t=0.2$ мм;
- кількість переходів $i = 66$;
- частота обертання шпинделя $n = 2740$ об/хв;
- швидкість шліфування $V = 26,3$ м/хв.;
- повздовжня подача $S_{np} = 4,2$ мм/об.

Визначимо основний час за формулою:

$$T_{o1} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{440 \cdot 66}{2740 \cdot 4,2} = 2,5, \text{ хв.}$$

Допоміжний час визначаємо по таблиці 44 [15]:

$$T_{e1} = 2 \text{ хв.}$$

105 контрольна (деф. 6):

Згідно таблиці :

$$T_{nz} = 7 \text{ хв.}, T_{шт} = 13 \text{ хв.}$$

110 мийна:

Промити головку блока циліндрів

$$T_{e1} = 5 \text{ хв.}$$

115 слюсарно-збиральна:

Згідно таблиці 206 [15]:

$$T_{nz} = 15 \text{ хв.}, T_{шт} = 99 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.3 - Норми часу на виконання технологічних операцій для базового

технологічного процесу відновлення.

№ операції	Найменування операції	T ₀	T _{шт}	T _{доп}	T _{пз}	T _н
1	2	3	4	6	7	8
005	Слюсарна	9,42	3,4	0,22	6	18,84
010	Слюсарна	6,3	4,3	0,12	2	12,72
015	Слюсарна		2	0,28	4,3	2,69
020	Токарна	4,43	0,20	0,37	10	5,04
025	Металізація					3
030	Токарна	3	0,70	0,29	10	4,03
035	Токарна	6,16	0,70	0,55	10	7,45
040	Шліфувальна	1,30	2	0,29	10	3,64
045	Шліфувальна	2,60	4	0,59	10	8,63
050	Хонінгування	1,10	1	0,19	10	2,34
055	Хонінгування	1,20	1	0,19	10	2,44
060	Фінішна	7,48	0,38	0,62	9	8,5
065	Очищення				25	1,5
070	контрольна				15	1,3

3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка розбирально – складальної дільниці

Згідно виробничого плану ремонту двигунів планується виконати капітальний, 4000 шт. двигунів ЯМЗ-236 та 2800 шт. двигунів ЯМЗ-238.

Розподіляємо трудомісткість робіт по розбиранню і складанню двигунів ЯМЗ-236.

Таблиця 3.1 - Розподіл трудомісткості розбирання двигуна ЯМЗ-236 по видах робіт.

№	Найменування операції.	Розряд робіт	На один двигун, час.	На програму, люд.-год.
1	2	3	4	5
1.	Установка двигуна на лінію розбирання.	2	0,03	75
2.	Зняття вузлів системи змащування: - фільтру вентиляції картера; - фільтру відцентрового очищення масла; - масляного картера і маслоприймача]; - масляного насоса;	2	0,434	453
3.	Зняття вузлів системи живлення: - штуцерів і трубок - фільтру тонкого очищення палива - фільтр грубого очищення палива - повітряного фільтру - паливний насос високого тиску	2	0,557	378
4.	Зняття вузлів системи охолодження: - впускного і випускного патрубк - вентилятора і шків вентилятора - водяного насоса	2	0,101	250
5.	Зняття храповика колінчастого валу і шків	3	0,05	126
6.	Зняття кришки розподільчих шестерень	2	0,03	75
7.	Зняття газорозподільного механізму (ГРМ): - зняття кришок коромисел і коромисел, штанг і штовхачів. - головок блоку циліндрів - розподільного валу в зборі	2	0,65	1625
8.	Зняття шатунно-поршневої групи	3	0,2	500
9.	Зняття картера зчеплення і зчеплення	3	0,1	250
10.	Зняття маховика	3	0,24	600

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
11.	Зняття кришок корінних підшипників і колінчастого валу	3	0,167	418
12.	Зняття блоку циліндрів з лінії розбирання	2	0,05	125
13.	Розбирання головок блоку циліндрів	3	0,334	835
14.	Натяжного ролика і ремня приводу генератора	3	0,08	200
15.	Генератора і кронштейна	3	0,033	825
16.	Стартера	3	0,017	425
17.	Розбирання вузлів	3	2,0	5000
Всього			4,92	11335

3.2 Режим роботи підприємства і розрахунок річних фондів часу

Режим роботи підприємства характеризується кількістю робочих днів за рік, числом змін роботи.

Визначаємо номінальний річний фонд часу за формулою:

$$\Phi_n = D_p \cdot n - D_n \cdot (n - n_1), \quad (3.1)$$

де D_p – кількість робочих днів за рік;

n – протяжність зміни, год;

D_n – кількість передсвяткових днів за рік;

n_1 – протяжність зміни у передсвяткові дні.

$$\Phi_H = 258 \cdot 8 - 7 \cdot (8 - 6) = 2050, \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу праці працюючих менший за номінальний річний фонд на час втрат, що пов'язані з відпустками, виконанням державних та інших суспільних обов'язків.

$$\Phi_o = \Phi_H - (\alpha_0 + \alpha_y + \alpha_d + \alpha_z + \alpha_n) \cdot t_c, \quad (3.2)$$

де α_0 – кількість днів відпустки за запланований період;

α_y – кількість днів відпустки працюючим, що навчаються у вечірніх та заочних навчальних закладах (від 10 до 40 днів);

α_d – кількість днів декретної відпустки, що дорівнює 1.3...1.6% від числа робочих днів за рік;

α_z – кількість днів невиходу на роботу в зв'язку з виконанням

державних і суспільних обов'язків 0.15...0.3% від числа робочих днів за рік;

t_c – протяжність зміни, год.

$$\Phi_o = 2050 - (18 + 30 + 3 + 0,5 + 1,3) \cdot 8 = 1628, \text{ год.}$$

Річний фонд часу робочого місця визначаємо за формулою:

$$\Phi_{o.p.m} = \Phi_n \cdot n_p \cdot c \quad (3.3)$$

де n_p – кількість працюючих, що одночасно працюють на даному робочому місці;

c – число змін роботи.

$$\Phi_{o.p.m} = 2050 \cdot 1 \cdot 1 = 2050, \text{ год.}$$

Визначаємо дійсний річний фонд праці обладнання:

$$\Phi_{o.d.} = \Phi_n \cdot c \cdot \eta, \quad (3.4)$$

де η – коефіцієнт, що характеризує використання обладнання за часом.

Для ремонтних майстерень при $\eta = 0.97...0.95$.

$$\Phi_{o.d.} = 2050 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1947,5, \text{ год.}$$

3.3 Розрахунок і підбір обладнання поточної лінії

Розраховуємо число одиниць основного обладнання.

1. Стенди для розбирання і складання двигунів:

$$n_{об} = \frac{T}{\Phi_{o.d.} \cdot \eta}, \quad (3.5)$$

де T – трудомісткість робіт на даній операції;

η – коефіцієнт використання обладнання, $\eta = 0.85$.

$$n_{об} = \frac{5500}{1947,5 \cdot 0,85} = 3,3$$

Приймаємо 3 шт.

2. Стенди для розбирання і складання головок блоку циліндрів:

$$n_{об} = \frac{835}{1947,5 \cdot 0,85} = 0,5$$

Приймаємо 1 шт.

3. Стенд для розбирання циліндро-поршневої групи:

$$n_{об} = \frac{500}{1947,5 \cdot 0,85} = 0,3$$

Приймаємо 1 шт.

4. Стенд для розбирання колінчастого валу:

$$n_{об} = \frac{418}{1947,5 \cdot 0,85} = 0,25$$

Приймаємо 1 шт.

5. Стенд для розбирання і складання розподільчого валу:

$$n_{об} = \frac{720}{1947,5 \cdot 0,85} = 0,44$$

Приймаємо 1 шт.

6. Стенд для розбирання водяного насоса:

$$n_{об} = \frac{650}{1947,5 \cdot 0,85} = 0,39$$

Приймаємо 1 шт.

Останнє обладнання приймаємо за технологічною необхідністю.

Таблиця 3.2 - Обладнання на розбирально – складальній дільниці

№ п/п	Найменування обладнання	Кількість	Марка	Габаритні розміри		Встановлена потужність, кВт	Зайнята площа, м ²
				Довжина, мм	Ширина, мм		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Універсальний стенд для розбирання і збирання автомобільних двигунів.	3	ОПР-647	1006	680	–	2,05
2	Стенд для розбирання циліндро – поршневої групи двигуна.	1	НР-74ЭМЗ	1400	1400	–	1,96

Продовження таблиці 3.2

3	Стенд для розбирання і збирання розподільчого валу	1	70-7826-1501	805	510	–	0,41
4	Пресс гідравлічний	3	П-472Б	1135	1050	2,8	3,57
5	Стенд для розбирання водяного насосу	1	АСН-9	900	805	–	0,72
6	Стенд для розбирання і складання колінчастого вала	3		1030	750	17	0,77
7	Мийна машина	1	ОМ-4267	955	1700	11.0	1,63
8	Стенд для розбирання і складання зчеплення	1	Р 207	625	565	8.0	0,34
9	Стіл монтажний	4	ОРТ-1468	1200	800	–	3,84
12	гайковерти	12	04.05.046	860	360	–	0,60
13	Візок	3	ГТ-250	940	654	–	1,88
14	Тумбочка для інструменту	4	04.05.044	600	402	–	0,96
15	Піддон для ящиків	2		1500	700	–	2,10
16	Шафа для зберігання консерваційного мастила	1		1500	680	–	1,02
17	Прес гідравлічний	1	ОКС-1671М	1520	1200	3,0	1,82
18	Стенд для розбирання (складання) карданних валів	2	ТР-6705-21	1450	520	–	1,58
19	Стенд для розбирання і складання головок блоку циліндрів	2	ОПР-1071	1060	520	–	1,12

Визначаємо площу ділянки за формулою:

$$F = f_{об} \cdot K_з, \quad (3.6)$$

де $f_{об}$ – площа, що займає обладнання, м²;

$K_з$ – коефіцієнт робіт, $K_з=4$ [11],

$$F = 14,95 \cdot 4 = 59,83, \text{ м}^2$$

Приймаємо площу ділянки 54 м².

Розраховуємо коефіцієнт завантаженості по кожній операції:

$$\eta_{z_i} = \frac{\partial_{pi}}{\partial_{npi}}, \quad (3.7)$$

де ∂_p – розрахункове число обладнання;

∂_{np} – прийняте число обладнання.

1. Стенди для розбирання і складання двигунів:

$$\eta_s = \frac{3,3}{3} = 1,1.$$

2. Стенди для розбирання і складання головок блоку циліндрів:

$$\eta_s = \frac{0,5}{1} = 0,5.$$

3. Стенд для розбирання циліндро-поршневої групи:

$$\eta_s = \frac{0,3}{1} = 0,3.$$

4. Стенд для розбирання колінчастого валу:

$$\eta_s = \frac{0,25}{1} = 0,25.$$

5. Стенд для розбирання і складання розподільчого валу:

$$\eta_s = \frac{0,44}{1} = 0,44.$$

6. Стенд для розбирання водяного насоса:

$$\eta_s = \frac{0,39}{1} = 0,39.$$

Знаходимо середній коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\bar{\eta}_s = \frac{\sum_{i=1}^m \partial_{pi}}{\sum_{i=1}^m \partial_{npi}}, \quad (3.8)$$

де m – число операцій даного технічного процесу.

$$\bar{\eta}_s = \frac{1,1 + 0,5 + 0,3 + 0,25 + 0,44 + 0,39}{3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1} = 0,37.$$

Даний коефіцієнт завантаження відповідає серійному типу виробництва.

Розраховуємо середній такт запуску деталей даного найменування, шт.:

$$\bar{C}_3 = \frac{\Phi_{дрн} \cdot 60 \cdot \eta}{N_3} \quad (3.9)$$

$$C = \frac{2050 \cdot 60 \cdot 0,9}{3000} = 36,9, \text{ хв./шт.}$$

Необхідну кількість робочих місць визначаємо за формулою:

$$n = \frac{C}{T_n}, \quad (3.10)$$

де T_n – норма часу на операцію, хв.;

C – середній такт запуску, хв.

1. Зняття вузлів систем мащення, живлення і охолодження:

$$n = \frac{65,28}{36,9} = 1,76,$$

приймаємо 2 робітника.

2. Зняття газорозподільчого механізму, циліндро-поршневої групи маховика і зчеплення:

$$n = \frac{109}{36,9} = 2,97,$$

приймаємо 3 робітника.

3. Розбирання вузлів і агрегатів:

$$n = \frac{2}{36,9} = 3,25,$$

приймаємо 4 робітника.

За проведеними розрахунками отримали кількість працюючих

робітників, $R_{осн}=9$ чол.

Складаємо штатну відомість основних працівників:

Таблиця 3.3 - Штатна відомість основних працівників

Номер робочого місяця	Найменування робочих місць	Види виконаних робіт	Трудо- ємність, люд.-год	Кількість робітників
1.	Зняття вузлів систем мащення, живлення і охолодження	Встановлення двигуна на лінію розбирання, зняття вузлів системи мащення, живлення, охолодження. Зняття храповика колінчастого вала і кришки розподільчих шестерень. Зняття кришок корінних підшипників і колінчастого валу.	0,52	2
2.	Зняття ГРМ, ЦПГ маховика и зчеплення.	Зняття ГРМ, ЦПГ маховика и зчеплення.	0,78	3
3.	Розбирання вузлів		2,5	4

Визначаємо кількість допоміжних працівників:

$$R_{доп} = 11\% \cdot R_{осн}, \quad (3.11)$$

$$R_{доп} = 0,11 \cdot 9 = 0,99 \text{ чол.}$$

Приймаємо $R_{доп}=1$ чол.

Визначаємо кількість ІТР, СКП, і МОП.

$$IIP = 14\% \cdot (R_{осн} + R_{доп}), \quad (3.12)$$

$$IIP = 0,14 \cdot 10 = 1$$

Приймаємо 1 чол.

$$СКП = 5\% \cdot (R_{осн} + R_{дон}), \quad (3.13)$$

$$СКП = 0,05 \cdot 10 = 0,5$$

Приймаємо 1 чол.

$$МОП = 3\% \cdot (R_{осн} + R_{дон}), \quad (3.14)$$

$$МОП = 0,03 \cdot 10 = 0,3$$

Приймаємо 1 чол.

3.4 Розрахунок силової електроенергії

Розрахунок річної потреби в електроенергії проводимо через коефіцієнт попиту за формулою:

$$N_a = K_c \cdot \sum N_{уст} \cdot \Phi_{од}, \quad (3.15)$$

де K_c – коефіцієнт попиту, що враховує час роботи струмоприймачів і їх навантаження за потужністю;

$\sum N_{уст}$ – сумарна встановлювана потужність струмоприймачів, кВт.

Стенди для розбирання (складання).

$$K_c = 0.18$$

$$N_a = 0,18 \cdot (2,8 \cdot 2 \cdot 3811 + 17 \cdot 2 \cdot 3811 + 8 \cdot 3 \cdot 3811 + 3 \cdot 3 \cdot 3811) = 86296,28 \text{ кВт}$$

Мийні машини.

$$K_c = 0.25$$

$$N_a = 0,25 \cdot 3811 \cdot (11 + 8 + 6) = 23818 \text{ кВт}$$

3.5 Розрахунок освітлювальної енергії

Розрахунок освітлювальної енергії проводимо за формулою:

$$W = \frac{F \cdot t \cdot W_n}{1000} \cdot T_p, \quad (4.16)$$

де F – площа підлоги, освітлюваного приміщення, м²;

t – середня протяжність роботи освітлювачів на протязі доби (при

двозмінній праці 10 годин);

W_n – середні витрати ватт за годину на 1 м² виробничої площі (15 Вт);

T_p – число днів на рік.

$$W = \frac{54 \cdot 10 \cdot 253}{1000} \cdot 15 = 2049,3 \text{ кВт.}$$

3.6 Розрахунок пари і палива

Розрахунок пари і палива на опалення і вентиляцію визначаємо з розрахунку відшкодування теплових втрат приміщення.

Якщо приміщення має штучну вентиляцію, то теплові втрати складають 25...35 ккал/год на 1 м³ будівлі.

Річна потреба пари і палива на опалення і вентиляцію в тонах відповідно складає:

$$Q_{II} = \frac{g_m \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000} \text{ , т;} \quad (3.17)$$

$$Q_i = \frac{g_m \cdot H \cdot V}{K \cdot 1000 \cdot \eta_k} \text{ т,} \quad (3.18)$$

де g_m – витрати тепла на 1 м³ будівлі в ккал/год;

H – кількість годин в опалювальному періоді;

V – об'єм будівлі підприємства;

$$V = F \cdot h = 54 \cdot 4.8 = 259,2 \text{ м}^3$$

i – теплота випаровування, $i = 540$ ккал;

K – теплопровідна здатність палива: $K = 7000$ ккал/год;

η_k – коефіцієнт корисної дії установки, $\eta_k = 0.75$.

Тоді відповідно:

$$Q_{II} = \frac{25 \cdot 4320 \cdot 2448}{54 \cdot 1000} = 489,6 \text{ т}$$

$$Q_i = \frac{25 \cdot 4320 \cdot 2448}{7000 \cdot 1000 \cdot 0,75} = 50.35 \text{ т}$$

3.7 Визначення витрат води

Визначаємо необхідну кількість води для виробничих потреб.

Вода використовується для миття деталей і вузлів та в технологічному процесі на установці для термічного обтиснення.

Річні витрати води мийної машини визначаємо за формулою:

$$Q = 1.25 \cdot g_n \cdot n_c \cdot n \cdot z, \quad (3.19)$$

де g_n – продуктивність машини:

$$g_n = 0.36 \text{ т/год.};$$

n_c – число змін;

n – число робочих днів;

$$Q_{p.v.} = 1.25 \cdot 0.36 \cdot 2 \cdot 253 = 227.7 \text{ т.}$$

Річний розрахунок води на побутові потреби розраховуємо, виходячи з наступних норм:

– на господарсько-промислові потреби 25 л на кожного працюючого:

$$Q_{гп} = g \cdot h_p \cdot n_p = 0.025 \cdot 253 \cdot 56 = 354.2 \text{ м}^3.$$

– для душових 40 л на кожного працюючого:

$$Q_d = 0,04 \cdot 253 \cdot 56 = 566,72 \text{ м}^3.$$

4. МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ І СКЛАДАННЯ ГОЛОВКИ БЛОКУ ЦИЛІНДРІВ

4.1 Призначення пристосування

Розбірні роботи – мають велике значення в загальному комплексі авторемонтного виробництва. Вони складають близько 10 % від загального робіт по капітальному ремонту автомобілів

Після розбирання автомобіля до 70% всіх деталей використовуються повторно. Від їх стану значною мірою залежить якість собівартості ремонту автомобіля.

Тому важливим завданням авторемонтного виробництва є досягнення максимальної механізації, застосування знімачів і інших пристосувань для полегшення розбирання і забезпечення збереження деталей, підвищення чистоти і загальної культури виробництва на розбірних ділянках [8].

У зв'язку з цим вдосконаленням розбірних робіт в авторемонтному виробництві повинно йти по шляху подальшої механізації і автоматизації окремих операцій.

В умовах ремонту головок блоку циліндрів двигунів досить складними є операції розбирання(складання). Це обумовлено, в першу чергу, складністю розбирання клапанного механізму. Тому з метою знизити собівартість відновлення, затрати людської праці, зменшити час на виконання технологічного процесу відновлення ,пропонується використовувати стенд для розбирання і складання головок блоку циліндрів. Конструкція стенда має забезпечувати безпеку і зручність виконання робіт, мінімальні витрати часу на встановлення і зняття агрегату, а також можливість повороту агрегату в потрібне положення. При цьому повинні бути передбачені стопорні пристрої, що виключають довільний поворот агрегату.

4.2 Пристрій та робота пристрою

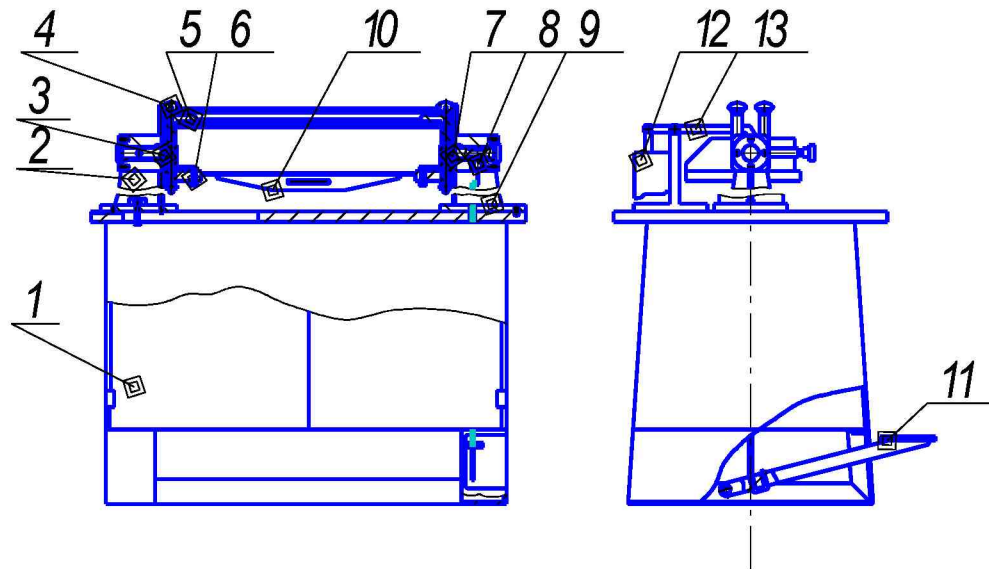


Рисунок 4.1 - Стенд для розбирання і складання головки циліндрів.

Розбирання головки блоку циліндрів після зняття з двигуна рекомендується проводити на універсальному стенді.

Головку встановлюють на стенді, базуючи по штифтам 6, і закріплюють її за допомогою затискного пристрою, який складається із прижимів 5 і спеціальних гвинтів 4. Конструкція стенда дозволяє повертати головку циліндрів навколо горизонтальної вісі, фіксуючі її положення через 90°. Стійка 2 – рухома, що дає можливість розбирати на стенді головки циліндрів не тільки ЯМЗ-236, а й ЯМЗ-238 і ЯМЗ-240. Розбирання проводять в наступній послідовності: встановлюють і закріплюють головку на стенді, відкручують гайки, знімають водяну трубу і її прокладки, відкручують болти і знімають перехідники з'єднувальних паливо проводів, під дією пневмоциліндра притискають пружини клапана і знімають сухарі клапана, відпускають прижим і знімають втулку тарілки, тарілку пружини, поверхневу і внутрішню пружини і шайбу. В такій же послідовності розбирають і весь клапанний механізм.

Натиснувши на педаль 11 привода фіксатора 8, перегортають головку циліндрів плоскістю прилягання до гори, знімають планку 10 стенда і витягують впускні і випускні клапана, після чого, знявши гайки, знімають випускний колектор з прокладками.

Після розбирання повертають головку блоку плоскістю прилягання до низу, відчіплюють і знімають її зі стенда.

4.3 Розрахунок пристосування

Проводимо розрахунок пневматичного притискного пристосування.

4.3.1 Розрахунок зусилля на притискання клапана.

Розрахуємо максимальну силу пружності пружин клапанів:

$$P_{\text{пр.мах}} = K \cdot M_{\text{кл}} \cdot a \cdot \omega_{\text{к}}^2 \cdot \frac{l_{\text{кл}}}{l_{\text{ш}}}; \quad (4.1)$$

де K – коефіцієнт запасу;

$M_{\text{кл}}$ – сумарна маса клапанного механізму, приведена до клапана,

$$M_{\text{кл}} = M'_{\text{кл}} \cdot F_{\text{гор}},$$

$F_{\text{гор}}$ – площа горловини клапана, м^2 ,

$\omega_{\text{к}}$ – кутова швидкість обертання розподільчого валу, рад/с

$$\omega_{\text{к}} = 0,5 \cdot \omega,$$

ω – кутова швидкість обертання колінчастого вала, рад/с .

$$P_{\text{пр.мах}} = 1,4 \cdot 180 \cdot 12,8 \cdot 293^2 \cdot \frac{52,6}{33,5} = 41,4 \text{кН};$$

Притискаюче зусилля пристосування повинно бути більшим за силу пружності пружини.

Вихідні дані:

$$P_{\text{пр}}=41,4 \text{ кН}=4140 \text{ кг}\cdot\text{с};$$

Для нерухомого притискання клапана необхідно, щоб виконувалася наступна умова:

$$P_{\text{пр}} \leq P, \quad (4.2)$$

Маємо:

$$P \geq P_{\text{пр}} \cdot \frac{l_1}{l_2} \cdot 2,$$

де l_1, l_2 – плечі коромисла;

P – притискаюче зусилля.

Так як, даний механізм притискає два клапана (впускний і випускний), то сила притискання має бути:

$$P \geq 4140 \cdot \frac{18}{30} \cdot 2 = 4932 \text{ кг}\cdot\text{с},$$

Приймаємо $k \approx 1.5$ – коефіцієнт запасу, приймаємо по таблиці 39/

Враховуючи коефіцієнт запасу, сила притискання буде становити:

$$P = 4932 \cdot 1,5 = 7398, \text{ кг}\cdot\text{с}.$$

Приймаємо тиск повітря в циліндрі $Q = 0.4$ МПа, обчислюємо діаметр пневмоциліндра, при ККД $\eta = 0,9$.

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi \eta Q}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7398}{3.14 \cdot 0.9 \cdot 0.4}} = 164, \text{ мм} \quad (2.3)$$

де P – зусилля, з яким діє шток, кг·с;

η механічний КПД пневмоциліндра, (0,85...0,97);

Q тиск в пневмоциліндрі, Па (приймаємо 0,4 мПа).

Після округлення до ближнього значення отримаємо діаметр $D = 160$ мм.

Діаметр штока рівний:

$$d_m = k \cdot D_n; \quad (4.4)$$

$$\text{де } k = \frac{d_m}{D_n}; (0,2 \dots 0,4) \quad (4.5)$$

Тоді: $d_{III} = 0,2 \cdot 0,16 = 0,032 \text{ м}$;

Розрахункові значення D_n ; d_{III} ход поршня L , округляються до найближчої величини по ГОСТ 6540-68.

Приймаємо $D_n = 160 \text{ мм} = 0,16 \text{ м}$; $d_{III} = 32 \text{ мм} = 0,032 \text{ м}$; $L = 25 \text{ мм} = 0,025 \text{ м}$.

Мінімально допустима товщина стінки циліндра:

$$t_u > \frac{D_n}{2} \sqrt{\frac{[\sigma_p] + p_r \cdot (1 - 2\mu)}{[\sigma_p] - p_r \cdot (1 + 2\mu)}} - 1 \text{ м}; \quad (4.6)$$

де $[\sigma_p]$ – напруження, що допускається, на розтягування, Па (для сталі

$$[\sigma_p] = 1800 \cdot 10^5 \text{ Па},$$

μ – коефіцієнт Пуассона. $\mu = 0,25$ /:

$$t_u > \frac{0,16}{2} \sqrt{\frac{1800 \cdot 10^5 + 10^6 \cdot (1 - 2 \cdot 0,25)}{1800 \cdot 10^5 - 10^6 \cdot (1 + 2 \cdot 0,25)}} - 1 = 0,0002 \text{ м},$$

4.3.2. Розрахунок штоку пневмоциліндра на нормальні напруження

Матеріал штоку – Ст.3 ДСТУ 2651:2005.

Границя міцності $[\sigma] = 370 \text{ мПа}$.

Нормальні напруження визначаємо за формулою:

$$\sigma_M = \frac{F_1}{S_{III}}, \quad (4.7)$$

де F_1 – сила з якою шток діє на штангу;

S_{III} – площа поперечного перерізу штоку:

$$S_{III} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (4.8)$$

де d – діаметр штока, $d = 32 \text{ мм}$.

$$S_{III} = \frac{3,14 \cdot 0,032^2}{4} = 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2,$$

$$\sigma_M = \frac{12,8 \cdot 10^3}{4,9 \cdot 10^{-4}} = 26 \text{ мПа} < 370 \text{ мПа}.$$

Нормальні напруження, які виникають під дією штока на штангу не перевищують гранично допустимих.

4.3.3. Перевірка міцності шпильок М12 кріплення пневматичного циліндра

матеріал шпильок – Сталь 40 ГОСТ 1050-88, число шпильок

$$Z_{ш} = 4.$$

Матеріал пластин – Сталь 40 ГОСТ 1050-88.

Перевірка шпильок М12 на витривалість

Амплітуда змінних напружень σ_a , мПа, визначається за формулою

$$\sigma_a = \frac{\chi \cdot F_a}{2 \cdot A_1} \quad (4.9)$$

де $A_1 = 80 \text{ мм}^2$ – переріз шпильки згідно таблиці 3.3;

$$\sigma_a = \frac{0,093 \cdot 3,3 \cdot 10^3}{2 \cdot 80} = 1,92 \text{ мПа}$$

Коефіцієнт запасу міцності по амплітуді S_a , знаходимо за формулою:

$$S_a = \frac{\sigma_{-1_{pk}}}{\sigma_a} \geq [S_a]$$

де $\sigma_{-1_{pk}} = 75 \text{ мПа}$, згідно таблиці 3.5,

$$S_a = \frac{75}{1,92} = 39,1$$

Отриманий коефіцієнт запасу витривалості по амплітуді вищий і мінімально допустимий $[S_a] = 6,5 \dots 5$ за експлікацією до формули 3.14.

Коефіцієнт запасу витривалості по найбільшому напруженню S , знаходиться за формулою

$$S_a = \frac{\sigma_r}{(\sigma_3 + 2 \cdot \sigma_a)} \geq [S], \quad (4.10)$$

де σ_T - межа текучості матеріалу шпильки, МПа, за таблицею 2.4.

σ_3 –напруження затяжки, МПа.

Напруження затяжки σ_3 , МПа, визначаємо за формулою

$$\sigma_3 = \frac{F_3}{A_1}$$

де F_3 – сила попередньої затяжки шпильок, Н;

Сила попередньої затяжки шпильок F_3 , Н, визначається за формулою

$$F_3 = 3 \cdot (1 - 0,093) \cdot 3,3 \cdot 10^3 = 8,09 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Підставивши знайдені значення, отримаємо:

$$S_a = \frac{800}{(76 + 2 \cdot 1,45)} = 10,139$$

Коефіцієнт запасу міцності по найбільшому напруженню, більший мінімально допустимого. Міцність шпильок з урахуванням циклічних змін навантажень забезпечена, так як обидва коефіцієнта запасу міцності більші за мінімально допустимі.

4.4. Обґрунтування та вибір технологічної послідовності виконання робіт на стенді, особливості його збирання, випробування та фарбування

Працездатність і надійність роботи стенду та притискного пристосування є показником якості збиральних робіт. Стенд передбачається експлуатувати в умовах ремонтного цеху разом з іншими агрегатами і механізмами.

Підготовка стенду до роботи. Підготовка полягає в перевірці величина тиску повітря в пневмосистемі. Ретельний огляд всіх поверхонь.

До особливостей збирання стенда слід віднести те, що всі різьбові з'єднання повинні бути надійно закріплені.

При початку роботи пристосування слід попередньо перевірити працездатність всіх складових частин, їх взаємодію і надійність. При опробуванні стенду слід звернути особливу увагу на стан трубопроводу і

відсутність втрат з трубопроводів [9].

При монтажеві елементів пневмопривода витримати наступні умови:

- трубопроводи не повинні мати вм'ятин, забоїн, зломів;
- пневмоциліндр, пневморозподільник і повітропровід повинні бути герметичними;

- циліндр і повітропроводи повинні витримувати пробний тиск 0,8 МПа без руйнувань та слідів деформацій;

- забруднення стиснутого повітря, яке подається в робочі порожнини пневмоциліндра не повинно перевищувати норм, вказаних в ГОСТ 15608 – 88. Випробування на герметичність повинні проводитися при тиску стиснутого повітря 0,8 МПа. Випробування проводяться шляхом змочування місць з'єднань мильною водою або емульсією. Втрата стиснутого повітря визначається по підвищенню повітряних пухирчиків в місцях з'єднань. Допускаються втрати, які супроводжуються появою 1 – 2 пухирчиків за секунду.

Випробування пневморозподільника необхідно виконати при заглушених вивідних каналах в двох крайніх і нейтральних положеннях рукоятки. Просочування повітря у вихлопні отвори, відчутне при закриванні отвора не допускається.

Випробування порожнини пневмоциліндра на герметичність проводити шляхом пуску стиснутого повітря поперемінно в одну та другу порожнини. Втрата стиснутого повітря, відчутна при закриванні вихлопного отвору пневморозподільника в обох положеннях не допускається.

Величина зусилля на штоку перевіряється динамометром. Допускається відхилення дійсної величини зусилля від розрахункової в границях $\pm 5\%$.

Пневмоциліндр і повітропроводи на умовах витримки пробним тиском 0,8 МПа перевіряти подачею мінерального масла в перевіряємі порожнини з плавним збільшенням тиску 0 до 0,8 МПа. Руйнування не допускається.

Всі складові частини стенду і їх деталі (окрім компенсуючої пружини) слід покрити фарбою для захисту від корозії і придання певного декоративного вигляду.

Перед тим, як нанести покриття, слід поверхні всіх деталей підготувати, тобто зачистити і нанести шар ґрунтовки, яка не тільки зберігає поверхні від корозії, але й забезпечує міцність зчеплення металу і наступних шарів фарби. Звичайно слід використовувати нітроемаль, а колір якої призначається з урахуванням всього обладнання даного цеху. Наприклад широко використовують нітроемаль сірого кольору.

4.5 Розробка робочого місця для ремонту головок блоку циліндрів епоксидними матеріалами, з урахуванням шкідливих факторів.

При роботі з полімерними матеріалами шкідливим фактором є пари і гази, які виділяються під час проведення технологічних операцій. Головним компонентом епоксидних композицій є смоли. Смола затвердіває під дією затверджувача, в якості яких використовують аліфатичні аміни і низькомолекулярні поліаміди. Для підвищення еластичності і ударної міцності смоли, потрібно додавати до її складу пластифікатори, наприклад дибутилфталат. Саме ці сполуки і виділяють шкідливі пари і гази.

Для створення безпечних умов праці на робочому місці, в першу чергу, необхідно забезпечити дотримання допустимого вмісту шкідливих речовин в повітрі. Для цього застосовуються витяжні шафи і витяжні зонти.

Зберігати полімерні матеріали та розчинники у виробничих приміщеннях дозволяється у кількості, необхідній для роботи на протязі зміни та в щільно закритій тарі під витяжним зонтом.

Визначимо кількість повітря, що вилучається витяжним, відкритим з чотирьох сторін, розташованим над робочим столом. Розмір зонти 1,5x0,8 м.

Кількість повітря, що вилучається витяжним зонтом визначаємо за формулою:

$$L=a \cdot b \cdot V \cdot 3600 \text{ , м}^3/\text{год.}$$

де – швидкість повітря в площині перетину по краю зонта (приймальний отвір зонта), м/с.

Середня швидкість руху забрудненого потоку повітря в приймальному отворі повинна бути:

$$V=1,25\text{м/с}$$

$$L=1,5\cdot 0,8\cdot 1,25\cdot 3600=5400\text{ м}^3/\text{год}$$

Операції по приготуванню епоксидних композицій, а також випаровування затверджувача необхідно проводити у витяжній шафі.

Визначимо об'єм повітря, що вилучається витяжною шафою. Площа робочого отвору шафи $F_{\text{ш}}=0,5\cdot 0,7\text{ м}^2$. Об'єм повітря, що вилучається з шафи, при відсутності джерел тепла визначається за формулою:

$$L=3600\cdot V\cdot F_{\text{ш}},\text{ м}^3/\text{год}.$$

де V – швидкість вилучення повітря, м/с.

$F_{\text{ш}}$ – площа робочого отвору шафи, м^2 .

$$L=3600\cdot 0,75\cdot 0,5\cdot 0,7= 945\text{ м}^3/\text{год}.$$

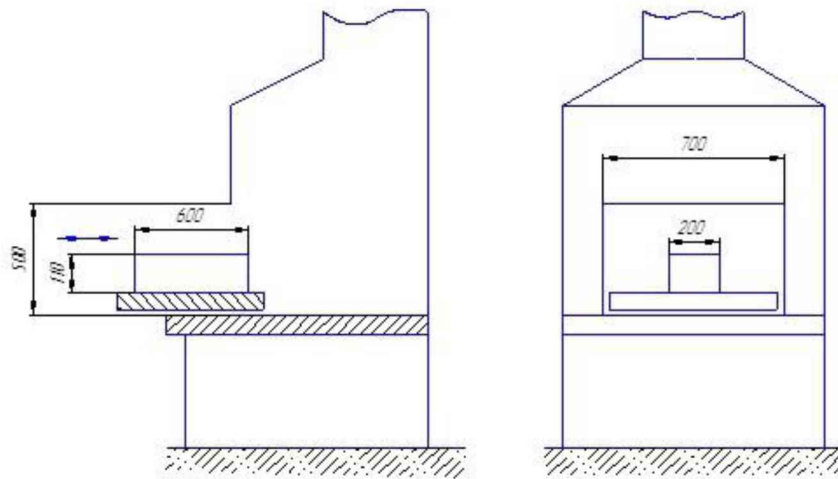


Рисунок 4.2 - Витяжна шафа, витяжний зонт.

На робочому місці для ремонту головок блоку циліндрів полімерними матеріалами мають бути розміщені:

1 – стіл робочий з витяжною шафою;

- 2 – установка для механізованого дозування складу;
- 3 – стелаж;
- 4 – шафа вакуумно-сушильна;
- 5 – шафа сушильна;
- 6 – шафа для одягу;
- 7 – раковина з холодною і гарячою водою;
- 8 – ларь для зберігання матеріалів.

Для кращого природного освітлення робочий стіл ставимо біля вікна.

Для захисту робітника під час випаровування затверджувача, зважування компонентів, на столі встановлено витяжну шафу. З метою захисту робітника від шкідливих факторів під час приготування суміші, встановлено установку для механізованого дозування суміші. Для захисту від парів і газів під час проведення робіт над робочим столом встановлюємо витяжний зонт.

На робочому місці встановлено раковину з холодною і гарячою водою.

Для усунення шкідливих факторів під час зберігання епоксидних композицій, встановлюємо витяжний зонт.

Для зберігання спецодягу встановлено шафи.

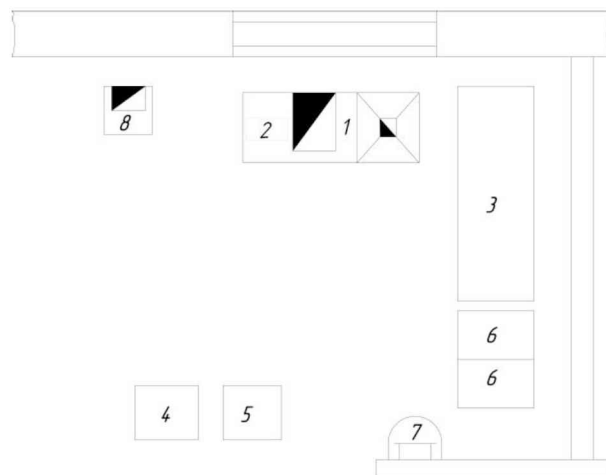


Рисунок 4.3 - робоче місце для ремонту головок циліндрів полімерними матеріалами

4.6 Заходи щодо протипожежної профілактики

Приміщення дільниці по вибухо-пожежній небезпеці згідно ОНТП – 84 відносяться до категорії В.

Причинами пожеж на ділянці можуть служити несправності електричної частини, устаткування і мереж, розряди статичної електрики.

Дільниця обладнана пожежним щитом з пожежним устаткуванням, вогнегасниками та ящиком з піском.

Передбачена проектом водогінна мережа, що забезпечує необхідний напір і необхідну кількість води для гасіння пожежі.

Пожежні крани і гідранти проходять перевірку на працездатність з реєстрацією в спеціальному журналі.

У цеху передбачений блискавковідвід, який складається з трьох елементів: блискавкоприймача, струмопроводу і заземлення.

Забезпечення евакуації людей з виробничих будівель витримано згідно з вимогами СНиП 2.09.02-95 [10].

Евакуаційні шляхи та виходи забезпечують швидкий та безпечний рух працівників у разі виникнення небезпеки, забезпечують вихід із приміщень найкоротшим шляхом у будь-який час, позначені відповідними знаками, нанесеними таким чином, щоб їх було видно з робочих місць.

Оскільки, проектоване виробниче приміщення відноситься до групи II-го ступеня вогнестійкості (важкозгоряємої групи) по нормах СНиП 2.01.02-83, раціональним засобом пожежогасіння є вода.

З багатьох засобів пожежогасіння вода одержала найбільше поширення. Воду можна застосовувати чи самотійно чи в суміші з різними хімікатами. У порівнянні з іншими засобами вода відрізняється такими перевагами, як широка доступність і низька вартість, велика теплоємність, висока транспортабельність та хімічна нейтральність. Її недолік – замерзання, проводить струм, незастосовність для гасіння палаючих рідких

речовин, що мають температуру кипіння нижче 80°C.

Протипожежне водопостачання повинне забезпечити подачу води до місця пожежі в будь-який час року з необхідною кількістю в плинні 3 годин

У виробничому корпусі передбачено протипожежну водогінну мережу з розміщенням пожежних кранів на висоті 1,35м від підлоги. Пожежні крани обладнаються пожежними рукавами довжиною 20м. Розміщаються пожежні крани в доступному місці.

Відповідно закону “Про пожежну безпеку на Україні” і вимогам ГОСТ 12.1.004-96 і інших нормативних актів передбачено організаційно-технічні заходи:

- створення протипожежної комісії та контролю за її роботою;
- пожежна охорона об’єкту;
- створення добровільно – пожежної дружини, проведення її навчання та тренування по гасінню пожеж;
- навчання та інструктаж всіх працівників по правилам пожежної безпеки;
- забезпечення нагляду за дотриманням вимог пожежної безпеки.

4.7. Охорона праці під час ремонту чавунних блоків циліндрів двигунів.

Технологічний процес ремонту головок блока циліндрів повинен відповідати загальним вимогам безпеки праці, передбаченим СТБ 960-94 «Ремонт і технічне обслуговування автомобілів. Загальні вимоги безпеки» і ОНТП 01-94 «Загальні норми проектування підприємств автомобільного транспорту».

Санітарно-гігієнічні вимоги

На дільниці ремонту блока циліндрів проводять газозварювальні роботи. Умови праці під час зварювання дефектів алюмінієвих деталей характеризуються наявністю низки несприятливих чинників, що

утворюються під час плавлення електродів, флюсів, присадних матеріалів, головними серед яких є інтенсивне теплове опромінення, підвищена концентрація в зварювальному аерозолі дрібнодисперсного пилу, можливе засліплення електричною дугою, опіки від бризок розплавленого металу.

Усі машини, агрегати та обладнання мають небезпечні зони, у межах яких не виключені випадки виробничого травматизму. До них належать: області рухомих частин, деталей механізмів і робочих органів зварювального устаткування; область розльоту осколків, бризок та інших елементів оброблюваного матеріалу; область можливого розльоту осколків, частин механізмів, або деталей у разі їхнього руйнування, або аварії; місця й ділянки роботи підйимально-транспортних механізмів; ручний інструмент, особливо в несправному стані, або при його застосуванні не за призначенням.

Для захисту відкритих частин тіла працюючих в пилу, радіоактивних і теплових випромінювань, оберігання від гарячих бризок і частинок металу застосовують спеціальний одяг (штани, куртки, комбінезони, костюм для літніх і зимових робіт, рукавиці) і спеціальне взуття.

Спецодяг електрозварювальникам для літніх робіт (костюм брезентовий і шкіряні черевики) видають на строк 12 місяців, а для зимових зовнішніх робіт (костюм ватяний і валянки) - 24 місяці. Термін носіння рукавиць електрозварювальниками встановлений у розмірі 2 місяців.

Для захисту органів дихання зварників від пилу застосовується безклапанний респіратор ШБ-1 "Лепесток". Кожен електрозварювальник, який виконує зварювальну роботу відкритою електричною дугою, для захисту обличчя та очей від дії променів електричної дуги забезпечений головною маскою, або щитком із захисними світлофільтрами різної прозорості відповідно до величини зварювального струму.

4.8. Екологічні вимоги до технології ремонту блоків циліндрів двигунів.

Екологічна безпека - це результат сукупності заходів, що вживаються для зменшення викидів шкідливих речовин, зниження шуму та інших шкідливих впливів на навколишнє середовище, під час експлуатації автомобільної техніки.

Транспортні засоби є основним джерелом забруднення атмосферного повітря. В відпрацьованих газах двигунів автомобільних засобів і машин міститься велика кількість шкідливих речовин, які негативно впливають на навколишнє середовище і здоров'я населення, а також призводять до порушення екологічної безпеки.

Відпрацьовані гази дизельних двигунів в основному містять оксид вуглецю, вуглеводні, оксиди азоту, альдегіди, сажу, бензопірен і двоокис сірки.

Для вирішення таких проблем потрібно:

- удосконалення конструкції двигунів внутрішнього згорання;
- створення пристроїв, які призводять до зниження кількості шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигунів;
- розробка нового діагностичного та ремонтного обладнання, яке використовується на автотранспортних і авторемонтних підприємствах;
- використання як палива скрапленого газу, водню;
- підвищення якості дизельного палива.

Одним із важливих напрямів удосконалення конструкції двигунів внутрішнього згорання є застосування безпосереднього впорскування палива в камеру згорання двигуна внутрішнього згорання, вдосконалення паливної апаратури дизелів, застосування електронного управління системою впорскування палива і турбонадуву. Усе це забезпечує зниження кількості шкідливих речовин у відпрацьованих газах, дає змогу домогтися більш рівномірного розподілу робочої суміші і забезпечує її оптимальний склад для роботи двигуна на всіх режимах.

Сприяє зменшенню викиду шкідливих речовин у відпрацьованих газах

застосування сучасних пристроїв рециркуляції відпрацьованих газів, коректорів зі зміни циклової подачі палива залежно від режиму роботи дизеля і подачі надувочного повітря в циліндри двигуна внутрішнього згоряння.

Для зменшення викиду шкідливих речовин у дизелях застосовуються окислювальні нейтралізатори, які розміщуються у випускному колекторі двигунів внутрішнього згоряння.

Нейтралізатори (каталітичний, термічний, механічний, водяний) призводять до допалювання шкідливих речовин шляхом хімічної реакції в присутності каталізаторів. Кожен із них виконує свої функції залежно від принципу роботи.

Допалювання шкідливих речовин відбувається за участю каталізаторів у спеціальних камерах-допалювачах. Застосування каталітичних нейтралізаторів дає змогу зменшити кількість вмісту продуктів неповного згоряння за рахунок їх доокислення завдяки присутності у відпрацьованих газах дизеля вільного кисню.

Для зниження вмісту у відпрацьованих газах сажі застосовують різні фізичні методи (поверхневі, барботажні, розпилювальні, насадочні), а також електрофільтри. Одним із найважливіших чинників підвищення екологічної безпеки автомобільної техніки є оптимізація парку і силових установок з акцентом на дизелізацію. Останнім часом у зв'язку з удосконаленням конструкції дизелів, більш високою економічністю порівняно з бензиновими двигунами внутрішнього згоряння, вони широко застосовуються і на легкових автомобілях.

Порівняно з бензиновими в дизельних двигунах внутрішнього згоряння вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів значно нижчий, також, як і оксидів азоту, але для них характерна підвищена кількість сажі. Нині всі дослідження йдуть у напрямок застосування перспективних двигунів, що працюють на альтернативних видах палива.

ВИСНОВКИ

В результаті вдосконалення технологічного процесу відновлення головок блоку циліндрів по усуненню тріщин клейовими епоксидними матеріалами були вирішене наступне:

Проаналізовано умови роботи головки блоку циліндрів двигуна ЯМЗ-236 та виникнення дефектів в деталі при експлуатації;

Розроблено технологічний процес усунення тріщин за допомогою клейових епоксидних композицій;

Було модернізовано стенд для розбирання (складання) головок блоку циліндрів двигунів ЯМЗ-236.