І. В. Севостьянов

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИН
І. В. Севостьянов

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИН


Вінниця ВНТУ 2006
Експлуатація та обслуговування машин. Навчальний посібник.

У посібнику наведені основні положення Типової системи з технічного обслуговування та ремонту метало- та деревообробного обладнання – основного нормативного документа зі зберігання, транспортування, монтажу, підготовки до використання та використання машин. Крім цього, розглядаються системи технічного діагностування автоматизованого обладнання, положення, норми, вимоги та рекомендації, що стосуються експлуатації агрегатних верстатів та автоматичних ліній, види зносу та дефектів деталей і вузлів машин, основні методи виявлення дефектів та ремонту, а також напрямки модернізації обладнання.
Зміст
Перелік умовних скорочень...........................................................................................................5
Вступ..............................................................................................................................................6
1. Експлуатація машин. Типова система з технічного обслуговування та ремонту обладнання.................................................................................................................................7
   1.1. Експлуатація машин..................................................................................................................7
   1.2. Типова система з технічного обслуговування та ремонту обладнання......................................9
2. Класифікації машин.........................................................................................................................11
3. Основні правила технічної експлуатації машин та нагляд за їх виконанням......................................15
   3.1. Улаштування приміщень для зберігання та використання машин........................................16
   3.2. Улаштування основ та монтування машин...........................................................................19
   3.3. Робота на машинах.....................................................................................................................23
4. Основні види робіт з технічного обслуговування та ремонту машин..................................................26
5. Структура та періодичність робіт з планового технічного обслуговування та ремонту машин.......................................................33
6. Організація робіт з технічного обслуговування та ремонту машин.................................................36
   6.1. Управління технічним обслуговуванням та ремонтом машин............................................36
   6.2. Організація технічного обслуговування та ремонту залежно від розмірів підприємств та особливостей машин.................................................................40
   6.3. Спеціалізація ремонту і гарантійне ремонтнообслуговування машин......................................43
   6.4. Індустриалізація ремонту машин.............................................................................................44
   6.5. Внутрішньозаводський госпрозрахунок ремонтно-механічного цеху......................................45
   6.6. Організація бригад та оплати праці робітників, що здійснюють технічне обслуговування і ремонт машин.................................................................47
   6.7. Передача машин в ремонт і з ремонту......................................................................................50
   6.8. Контроль якості робіт з технічного обслуговування та ремонту машин........................................52
   6.9. Організація технічного діагностування для уточнення тривалості ремонтного циклу машин.................................................................54
7. Планування робіт з технічного обслуговування та ремонту машин..................................................55
   7.1. Облік наявності, руху та використання машин.........................................................................55
   7.2. Планування обсягів робіт з технічного обслуговування та ремонту машин...............................59
   7.3. Одиниця ремонтоскладності машин..........................................................................................59
   7.4. Планування трудомісткості робіт та чисельності робітників для технічного обслуговування і ремонту машин. Уточнення розподілення робіт по місяцях.....................................................70
   7.5. Планування простоїв машин.......................................................................................................71
8. Підготовка виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту
машин.......................................................... ...73
8.1. Конструкторська та технологічна підготовка ............................ ...73
8.2. Підготовка виробничої бази................................................. ...74
8.3. Матеріальна підготовка...................................................... ...78
8.4. Підготовка робітників........................................................... ...84
8.5. Організаційна підготовка..................................................... ...85
9. Системи технічного діагностування автоматизованих машин ...... ...86
  9.1. Зміна працездатності автоматизованих машин та точності виготовлення на них деталей у процесі експлуатації ......................... ...86
  9.2. Системи технічного діагностування автоматизованих машин ...... ...90
10. Експлуатація агрегатних верстатів та автоматичних ліній ....... ...96
  10.1. Особливості експлуатації автоматичних ліній....................... ...96
  10.2. Обслуговування автоматичних ліній................................... ...98
  10.3. Організація робочого місця наладчика автоматичних ліній...... ...101
  10.4. Профілактика та умови стабільної роботи автоматичних ліній. ...103
  10.5. Експлуатація різального інструмента…………………………... ...104
  10.6. Основні правила вибору та призначення мастила для змащення вузлів та деталей автоматичних ліній............................................. ...106
  10.7. Техніка безпеки під час налагодження та експлуатації агрегатних верстатів і автоматичних ліній..................................................... ...108
11. Види зношування та дефектів деталей і вузлів машин. Виявлення дефектів, ремонт та модернізація машин................................. ...110
  11.1. Зношування деталей та вузлів машин................................... ...110
  11.2. Методи виявлення дефектів та відновлення деталей машин..... ...114
      11.2.1. Види дефектів та методи їх виявлення........................... ...114
      11.2.2. Методи відновлення деталей та механізмів машин ...... ...116
  11.3. Методи ремонту машин...................................................... ...120
  11.4. Модернізація машин............................................................ ...123
Література...................................................................................... ...126
Перелік умовних скорочень

АЛ – автоматична лінія;
АСУ – автоматизована система управління;
АСУП – автоматизована система управління підприємством;
АСУТОРО – автоматизована система управління технічним обслуговуван-нням та ремонтом обладнання;
БПА – бюро планування та аналізу;
ВГЕ – відділ головного енергетика;
ВГМ – відділ головного механіка;
ВМТП – відділ матеріально-технічного постачання;
ВП – вимірювальний перетворювач;
ВТК – відділ технічного контролю;
ГВМ – гнучкий виробничий модуль;
ГВС – гнучка виробнича система;
ЗОР – змащувально-охолоджувальна рідина;
ІРК – інструментально-роздавальна комора;
ІТР – інженерно-технічний робітник;
КР – капітальний ремонт;
КРБ – корпусна ремонтна база;
ПВБ – планово-виробниче бюро;
ПК – програмний контролер;
ПР – промислівий робот (поточний ремонт);
ПТЕ – правила технічної експлуатації;
ПЧПК – пристрій числового програмного керування;
РМЦ – ремонтно-механічний цех;
СГЕ – служба головного енергетика;
СГМ – служба головного механіка;
СГТ – служба головного технолога;
СР – середній ремонт;
СРЗ – спеціалізований ремонтний завод;
ТУ – технічні умови;
ЦІС – центральний інструментальний склад;
ЦВЛ – центральна вимірювальна лабораторія;
ЦПК – циклове програмне керування;
ЦРБ – цехова ремонтна база;
Вступ


У посібнику наведені основні положення Типової системи з технічного обслуговування та ремонту метало- і деревообробного обладнання – основного нормативного документа з експлуатації машин, задачами якої є збереження та відновлення працездатності та справності обладнання під час його знаходження на складі, транспортування, монтажу, підготовки до використання та використання.

Розглядаються основні класифікаційні ознаки машин, які враховуються при визначенні трудомісткості, матеріалосмістності та вартості проведення робіт з їх технічного обслуговування та ремонту. Наведені норми, вимоги та рекомендації, що стосуються улаштування приміщень для зберігання та використання машин, улаштування основ для їх установлення, монтажу обладнання та роботи на ньому. Детально вивчаються основні види робіт з технічного обслуговування та ремонту обладнання, їх зміст, структура та періодичність проведення. Один з центральних розділів посібника присвячений раціональизації організації виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту машин, в тому числі управлінським заходам, спеціалізації та індустриалізації ремонту, заходам економічного стимулювання підвищення продуктивності та якості його виконання, основним положенням щодо відправлення машин у ремонт та приймання їх з ремонту. Наведена методика виконання домашнього індивідуального завдання з укладання річного плану-графіка проведення робіт з технічного обслуговування та ремонту одиниці обладнання механообробного цеху. Крім цього, дано означення важливої величини, що дозволяє об’єктивно і точно оцінити обсяги робіт з технічного обслуговування та ремонту машин – одиниці ремонтоскладності. Розглядаються основні положення щодо планування трудомісткості робіт, чисельності робітників для технічного обслуговування та ремонту машин, тривалості їх простой, а також уточнення розподілення робіт по місяцях. Дана загальна характеристика заходів з підготовки виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту машин, в тому числі конструкторської, технологічної, матеріальної та організаційної підготовки, підготовки виробничої бази та робітників ремонтної служби. Приділена увага системам технічного діагностування автоматизованих машин. Вивчаються положення, норми, вимоги та рекомендації, що стосуються експлуатації агрегатних верстатів та автоматичних ліній. У останньому розділі посібника розглянуто види зносу та дефектів деталей і вузлів машин, основні методи виявлення дефектів та ремонту, а також напрямки модернізації обладнання.
1. Експлуатація машин. Типова система з технічного обслуговування та ремонту обладнання
1.1. Експлуатація машин

Експлуатація машин (метало- та деревооброблювальних верстатів, ковальсько-пресового та ливарного обладнання) являє собою систему заходів, положень, норм, правил та рекомендацій щодо їх зберігання, транспортування, монтажу, налагодження та настроювання, контролю геометричної та технологічної точності, догляду та обслуговування [1]. Для отримання початкового загального уявлення про систему згаданих заходів нижче наведені деякі основні правила експлуатації машин, що детальніше розглядаються у наступних розділах посібника.

Транспортування машини необхідно здійснювати строго за інструкцією, що звичайно наведена у керівництві з її експлуатації. Переміщувати обладнання по цеху можна лише волоком на листі металу або на спеціальному візку з використанням лебідок, прокладок та демпферів (останні захищують гасіння випадкових ударів, поштовхів та струшувань, що можуть мати місце під час транспортування і запобігають тим самим пошкодженню машини або втрати нею точності). Важке обладнання для полегшення його складання та розбирання під час монтажу або ремонту розташовують в робочій зоні підйомно-транспортних пристроїв.

Машини нормальної точності, легкої та середньої категорії маси, устанавливають на загальну бетонну полотину цеху з ретельним вивіренням їх положення за рівнем та регулюванням його за допомогою клинців. Надійне кріплення таких машин забезпечується з використанням фундаментних болтів, при цьому їх основа заливається бетоном.

Високоточне і важке обладнання, а також машини, що працюють зі значними динамічними навантаженнями або вібраціями підвищеної амплітуди, монтують на індивідуальних фундаментах або віброопорах, що забезпечують ефективне гасіння коливань, які передаються через грунт до/або від змонтуваного обладнання.

Після завершення установлення та складання машини здійснюють заземлення її станини, приєднання комунікацій централізованої подачі ЗОР, мастила, стисненого повітря, стружковидalenня тощо.

Налагодження й настроювання обладнання виконують також у строгій відповідності із керівництвом з його експлуатації.

Налагодженням машини називають виконання суккупності операцій з її підготовки до використання за прямим призначенням та регулювання, в тому числі з настроювання кінематичних ланцюгів, установлення та вивірення положення інструмента, заготовки та пристосувань, підготовки та перевірки допоміжних та контрольних пристроїв та приладів.

Настроювання – це регулювання параметрів обладнання, потреба в якому обумовлена зміною режиму роботи в період експлуатації. Крім цього, згідно кінематичні параметри машини частково порушуються, у
зв'язку із чим необхідно періодично їх відновлювати – здійснювати підналагодження обладнання.

Настроювання режимів різання при експлуатації універсальних верстатів виконує, як правило, верстатник безпосередньо перед обробкою або під час неї. Повертаючи рукоятки та маховики керування, він установлює задані частоту обертання шпинделі, подачу і глибину різання. При роботі на спеціальних і спеціалізованих верстатах режими обробки настроюються заздалегідь, згідно із картою налагодження, шляхом установлення змінних зубчатих коліс у ланцюгах головного руху та подач. Процес налагодження даного обладнання завершується регулюванням положення інструментів, заготовки та пристосування, а також виконанням спробної обробки.

Геометричну точність машин перевіряють відповідно до ДСТУ і ГОСТ, які регламентують схеми та послідовність виконання перевірок, а також допустимі відхилення їх фактичних результатів від заданих. При цьому контролюється точність взаємного розташування базових поверхонь елементів машини, пристосувань, інструмента та заготовки, точність форми траекторії руху виконавчих елементів (наприклад, біття шпинделя), відповідність фактичної та заданої величини переміщення виконавчого елемента, в тому числі точність позиціювання, кінематична точність.

Технологічну точність, що регламентується в основному для спеціального та спеціалізованого обладнання, контролюють перед початком його експлуатації. Для цього на верстаті обробляють партію заготовок, обмінюють їх розміри і з використанням методів математичної статистики оцінюють розсіювання розмірів, імовірність їх випадіння за межі заданого допуску та інші параметри технологічної точності.

Догляд і обслуговування машин включають її чищення та змащування, огляд механізмів та деталей, контроль їх стану, перевірку функціонування гідросистеми, систем змащування та подачі ЗОР, регулювання вузлів й усунення дрібних неправилностей. При експлуатації автоматизованого обладнання застосовують змішану форму його обслуговування, згідно з якою налагодження машини виконує наладчик, а підналагодження – оператор. Крім цього, у функції оператора входить: приймання заготовок та їх установлення на верстаті, зняття готових деталей, оперативне керування, періодичний контроль якості продукції, що випускається, заміна або регулювання різального інструмента, регулювання подачі ЗОР, контроль за роботою системи видалення стружки тощо.

Так, догляд за гідросистемою передбачає періодичний контроль температури робочої рідини, яка зазвичай не повинна перевищувати +50 °С. Першу заміну робочої рідини в гідросистемі, як правило, здійснюють через 0,5 – 1 місяць її роботи з метою видалення продуктів притирання механізмів. У подальшому заміну робочої рідини виконують через кожні 4 – 6 місяців експлуатації гідросистеми. Необхідно також систематично контролювати й підтримувати рівень робочої рідини у баках та резервуарах, сте-
жити за станом трубопроводів, усувати витоки, не допускати потрапляння в гідросистему повітря, регулярно проводити чищення або заміну фільтрів.

Догляд за електрообладнанням включає щомісячне очищення електроапаратів від пилу та бруду, підтягування кріпильних гвинтів, контроль плавності переміщень та надійності поверхнення виконавчих елементів електроапаратів у вихідне положення. Необхідно періодично змішувати елементи електропроводів тонким шаром мастила, не допускаючи потрапляння його на контакти. Раз на півроку змінюють полярність робочих контактів у кнопок та вимикачів, що працюють у ланцюгах постійного струму, перевіряють стан контактів. У випадках виявлення на поверхнях контактів пригару або крапель металу видаляти їх слід за допомогою оксамитового надфіля (використання з цією метою абразивних матеріалів є недопустимим).

Особливості експлуатації тої чи іншої машини обов'язково вказують в інструкції з її використання [2]. Тільки ретельне дотримання даних інструкцій забезпечить тривалу та безперебійну роботу обладнання.

1.2. Типова система з технічного обслуговування та ремонту обладнання

Типовою системою технічного обслуговування та ремонту машин [1] називається сукупність взаємозалежних положень і норм, дотримання яких забезпечить збереження при певних допустимих умовах їх експлуатації протягом установленого терміну заданих продуктивності, точності та інших параметрів, гарантованих у супровідній технічній документації заводів-виготовлювачів.

Комплекс робіт, регламентованих типовою системою включає [1]: операції технічного обслуговування з підтримання працевдатності машин під час їх зберігання, транспортування, підготовки до використання та використання, в тому числі нагляд за дотриманням правил технічної експлуатації обладнання на етапах його зберігання, транспортування та використання; ремонти машин, метою проведення яких є підтримання та відновлення працевдатності та справності обладнання.

Типова система розроблена, виходячи з того основного положення, що ефективна робота машин неможлива без своєчасного здійснення їх технічного обслуговування та ремонту у необхідних обсягах та установленої якості. В рекомендаціях та нормах Типової системи враховані ремонтні особливості кожної одиниці обладнання, що підлягає технічному обслуговуванню та ремонту, інтенсивність її використання у виробничому процесі та об'єктивний ступінь зносу машини.

Зокрема, Типовою системою з технічного обслуговування регламентовані [1]: склад обов'язкових планових операцій обслуговування; періодичність їх виконання за відпрацьованим оперативним часом; розподілення робіт між виконавцями; трудомісткість та вартість кожної планової операції; трудомісткість та вартість непланового обслуговування; органі-
зація виконання обслуговування та контролю його якості; технологічна та матеріальна підготовка технічного обслуговування; підготовка кадрів, тарифікація робіт та форми оплати праці робітників, що здійснюють технічне обслуговування; організація планування, обліку виконання та аналізу результатів технічного обслуговування; організація нагляду за дотриманням правил технічної експлуатації машин.

Типовою системою з ремонту обладнання установлюються [1]: види планових ремонтів та їх чергування; планова тривалість ремонтних циклів; періодичність виконання внутрішньоциклових ремонтів за відпрацьованим оперативним часом, а також заходів технічного діагностування для уточнення термінів виведення машин у капітальний ремонт; трудомісткість, матеріалоємність та вартість планових ремонтів; трудомісткість, матеріалоємність та вартість непланових ремонтів (усунення відмов); заходи з технологічної та матеріальної підготовки ремонтів, підготовки кадрів та форми оплати праці ремонтних робітників; тарифікація робіт залежно від ремонтних особливостей обладнання; організація виведення машин в ремонт; організація приймання їх з ремонту та контролю якості; організація планування, обліку виконання та аналізу результатів ремонтів.

Типова система передбачає організацію проведення періодичного аналізу доцільності використання, модернізації або списання обладнання. Грамотне використання результатів такого аналізу дозволяє постійно поліпшувати якість парку обладнання підприємства, що поряд з регламентацією технічного обслуговування, удосконаленням ремонту та оптимізацією термінів виведення машин у капітальний ремонт забезпечує значне зниження витрат на ремонт і технічне обслуговування, а також втрат основного виробництва, пов'язаних з простоями обладнання.

Всі положення Типової системи, окрім тих, що виділені особливо, є взаємозалежними і невиконання хоча б одного з них різко знижує, а іноді й зводить напівець ефективність реалізації інших.
2. Класифікації машин

Все обладнання машинобудівного виробництва за технологічним призначенням ділиться на чотири види: металорізальні верстати; ковальсько-пресове обладнання; деревообробне обладнання; ливарне обладнання.

Об'єктами, на які поширюються методичні вказівки та норми Типової системи, є, в першу чергу, різні типи метало- та деревообробного обладнання. Внаслідок повної конструктивної подібності відповідних моделей метало- і деревообробних верстатів, що випускалися та випускаються на вітчизняних підприємствах, підприємствах інших країн колишнього СРСР, а також закордонними фірмами, положення Типової системи при їх експлуатації можуть застосовуватись без будь-яких змін.

На обладнання інших видів положення Типової системи можуть бути поширені тільки після їх ретельного аналізу, і в ряді випадків – після необхідного корегування як методичних вказівок з організації технічного обслуговування та ремонту, так і норм, структури та взаємозв'язку основних положень.

Для кожного з видів машин установлені свої параметри Типової системи (тривалість та структура ремонтних циклів, норми витрат праці і матеріалів і т.п.), що відповідають специфіці їх експлуатації.

Обладнання кожного з видів за ознакою технологічного призначення розділяють на групи (наприклад, основними групами виду „металорізальні верстати” є токарні, свердлільні, фрезерні, шліфувальні та інші верстати [3]; ковальсько-пресове обладнання ділять на молоти, преси, ножиці й т.д.). Далі у групах, відповідно до конструктивного виконання, машини класифікують на типи та типорозміри (наприклад, токарні верстати розділяють на токарно-гвинторізні, токарно-револьверні, токарно-карусельні й т.д. [3]).

Наведені вище класифікації обов'язково враховуються при використанні положень Типової системи, оскільки обладнанню кожній групі та типу властиві свої ремонтні особливості, що визначаються, в першу чергу, його конструкцією. Склад груп, на які розділяють ковальсько-пресове та ливарне обладнання, наведений у таблиці структур ремонтних циклів Типової системи [1], а склад груп і типів обладнання всіх видів – у таблицях з емпіричними формулами для визначення ремонтоскладності [1], розроблених з врахуванням конструктивних особливостей машин кожній групі та типу.

Маса обладнання є одним з найсуттєвіших його параметрів, від величини якого залежать трудомісткість та матеріалоємність ремонту. Виходячи зі значення маси, машини всіх видів поділяють на категорії: легка – до 1 т; середня – до 10 т; велика – до 30 т; важка – до 100 т; унікальна – понад 100 т. Крім того, обладнання має до 5 т відноситься до транспортабельного, а обладнання масою понад 5 т – до нетранспортабельного. Останнє ділення є істотним при визначенні способу організації його спеціалізованого ремонту. Так, транспортабельну машину доцільно для здійс-
нення ремонту доставляти на спеціалізований ремонтний завод (СРЗ), а спеціалізований ремонт нетранспортабельного обладнання – виконувати із залученням війських бригад.

За ступенем автоматизації машини всіх видів класифікують на різновиди:

- обладнання з ручним керуванням, при експлуатації якого для здійснення кожного окремого (робочого або холостого) руху, необхідна приймання команд робітника;

- напівавтомати – машини, що відпрацьовують весь робочий цикл в автоматичному режимі і при використанні яких від наладчика або оператора вимагається тільки здійснення початкового налагодження, установлення та закріплення заготовки, зняття обробленої деталі та подача команди на повторення циклу;

- автомати – це обладнання, що виконує всі робочі та холості рухи робочого циклу в автоматичному режимі (включаючи установлення та фіксацію заготовок, а також зняття оброблених деталей,) і потребує лише налагодження;

- машини із програмним керуванням (ЧПК, ЦПК) – це напівавтомати або автомати, керування якими здійснюється за заздалегідь складеними та легко замінюваними програмами.

Напівавтомати можуть бути перетворені у автомати за допомогою різних засобів автоматизації, спеціальних пристосувань, промислових роботів (ПР) або маніпуляторів із програмним керуванням, що забезпечують автоматизоване установлення і закріплення заготовок, зняття оброблених деталей та подачу команд на повторення циклу обробки.

Автомати досить часто об’єднують у автоматичні лінії.

Автоматичною лінією називають комплекс машин, об’єднаних загальною транспортною системою та системами електро-, гідро- і пневмоавтоматики.

Автоматичні лінії діляться на одноділянкові або лінії з жорстким зв’язком (між обладнанням таких ліній немає проміжних накопичувачів) та багатоділянкові або лінії з гнучким зв’язком, між машинами яких установлений накопичувач. Ділянка являє собою одну машину або сукупність декількох машин, що входять до складу автоматичної лінії і з’єднані з іншими ділянками за допомогою накопичувачів.

Класифікація обладнання за ступенем автоматизації має велике значення при забезпеченні раціональної організації його технічного обслуговування та ремонту.

Так, зі збільшенням ступеня автоматизації машин зростають витрати на їх технічне обслуговування та ремонт, підвищується інтенсивність здійснення останніх.

Залежно від параметрів точності все обладнання ділять на п’ять класів: нормальної точності (клас Н), підвищеної точності (клас П), високої
точності (В), особливо високої точності (А) та особливо точне обладнання (С).

Практично все ковальсько-пресове, деревообробне та ливарне обладнання відноситься за точністю до класу H і дуже невелика його частина – до класу П. Більша частина металорізальних верстатів також має клас точності Н.

Машини класів П, В, А та С носять загальну назву – прецизійних.

Верстати підвищеної точності виготовляються на базі верстатів нормальної точності відповідних типорозмірів і відрізняються від останніх в основному точнішім виконанням або ретельнішім підбором окремих деталей, а також певними особливостями монтажу та експлуатації у споживача. Вони забезпечують точність обробки в середньому в межах 0,6 відхилень від номіналу розмірів аналогічних деталей, виготовлених на верстатах нормальної точності.

Верстати високої та особливо високої точності від відповідних моделей верстатів класів Н і П відрізняються конструкцією окремих елементів та вищою точністю їх виготовлення. Верстати класу В забезпечують точність обробки в межах 0,4, а верстати класу А – в межах 0,25 відхилень, одержуваних на обладнанні нормальної точності.

Особливо точні верстати призначені для остаточної обробки заготовок дільних та еталонних коліс і дисків, вимірювальних гвинтів тощо. Допустимі відхилення при обробці на такому обладнанні не повинні перевищувати 0,16 відхилень, що регламентовані для відповідних верстатів класу Н.

Класифікація машин за точністю необхідна, по-перше, для забезпечення вимог до точності виготовлення замінних деталей, а також складання при ремонти верстатів класів В, А, С. По-друге, вона потрібна для правильного оцінювання трудомісткості їх ремонту та ремонтоскладності, виконуваних операцій з підримання та відновлення працездатності та справності.

Металорізальні верстати класифікують також на п’ять підвидів, залишь від рівня їх спеціалізації.

Так, універсальними верстватами називають обладнання, що служить для виконання широкого кола операцій механічної обробки при виготовленні деталей широкої номенклатури (до даного підвиду відносять токарно-винторізні, радіально-свердлильні, горизонтально-фрезерні верстати і тому подібне обладнання).

Верстати широкого призначення – це машини для виконання обмеженого числа операцій при обробці заготовок деталей широкої номенклатури (фасонно-відрізні, багаторізцеві токарні автомати та напівавтомати).

Спеціалізовані верстати призначені для виготовлення деталей одного найменування різних розмірів (колінчастих валів, муфт, шурупів тощо); спеціальне обладнання використовується для обробки заготовок деталей конкретного типорозміру.
Агрегатними називають верстати спеціального призначення, що складаються в основному зі стандартизованих, нормалізованих та уніфікованих вузлів та деталей [2].

Класифікація машин за даною ознакою важлива з точки зору забезпечення правильного планування робіт з їх ремонту та технічного обслуговування, оскільки рівень спеціалізації визначає конструктивну складність верстатів, а отже, і трудомісткість їх ремонту та технічного обслуговування, що враховано в емпіричних формулах для обчислення ремонтоскладності. Крім цього, у зв'язку із розгляданою класифікацією, загальною рекомендацією щодо раціональної організації автоматизованого виробництва є створення його, в першу чергу, на базі спеціальних та агрегатних верстатів, що забезпечує меншу трудомісткість ремонту автоматичних ліній у порівнянні із лініями на базі універсального обладнання.
3. Основні правила технічної експлуатації машин та нагляд за їх виконанням

При правильній організації технічне обслуговування обладнання повинно починатись задовго до здачі його в експлуатацію і навіть до поста- чання на підприємство-споживач, а завершуватись – вже після списання та здачі машини у брукт. Тільки у цьому випадку на заново змонтованому обладнанні будуть одержані паспортні продуктивність, точність та інші параметри, гарантовані у супровідній документації заводу-виготовлювача. У зв’язку із чим, необхідно запобігти імовірності пошкодження обладнання під час зберігання після надходження на підприємство, розпакування та транспортування до місця монтажу, а сам монтаж виконувати у строгій відповідності з вимогами заводів-виготовлювачів і на таких основах (фундаментах), які надійно захищали б його від зовнішніх вібраційних впливів, тоді як навколишнє обладнання – від шкідливих впливів заново змонтованого.

Отже, необхідний нагляд:
- за улаштуванням та станом складів з машинами, що очікують монтажу;
- за механізацією такелажних робіт та дотриманням при їх проведенні правил технічної експлуатації (ПТЕ);
- за улаштуванням основ (фундаментів) під обладнання, що підлягає монтажу;
- за дотриманням при монтажі вимог заводів-виготовлювачів машин.

Даний нагляд є елементом Типової системи і повинен здійснюватись інспекторами служби головного механіка (СГМ).

Однією з найважливіших умов тривалого збереження змонтованого обладнання паспортної продуктивності та точності є відповідність приміщень, які воно експлуатується, вимогам захисту від атмосферних опадів та зовнішніх джерел запилення, підтримання в них температури та вологості повітря в допустимих межах, а також значень параметрів освітлення не нижчих тих, що установлюються нормами.

У зв’язку із вищевикладеним, необхідний нагляд:
- за правильним станом приміщень, в яких змонтоване обладнання;
- за правильною дією освітлювальних, опалювальних та вентиляційних пристріїв;
- за дотриманням всіх вимог та правил технічної експлуатації машин в проектах розширення й реконструкції підприємств (цехів) для забезпечення довговічності та безвідмовності обладнання ще до прибуття його на підприємство.

Вказаний нагляд є також одним з елементів Типової системи, тому він повинен здійснюватись інспекторами СГМ.

Ще однією групою умов, при дотриманні яких забезпечується збереження довговічності та безвідмовності машин, є використання їх тільки за прямим технологічним призначенням з навантаженнями, що не переви-
щують допустимих технічною характеристикою, робота тільки справним інструментом та допуск до обладнання тільки навчених і атестованих робітників.

Отже, необхідний постійний нагляд за відповідністю дій виробничого персоналу, в тому числі начальників цехів, майстрів, наладчиків та робітників-верстатників вимогам ПТЄ, що стосуються використання обладнання. І цей нагляд має здійснюватись інспекторами СГМ.

Як показав багаторічний досвід експлуатації машин різного призначення, тільки створення на підприємстві налагодженої та чітко функціональної служби нагляду, що забезпечує надійний захист обладнання від випадкових пошкоджень, обумовлених неправильними діями виробничого персоналу, забрудненням повітря агресивними газами, порушенням правил монтажу та передмонтажного зберігання, дозволяє головному механіку підприємства організувати:

- планомірне технічне обслуговування для захисту машин від шкідливих впливів, що є природним результатом їх використання;
- своєчасний ремонт для відновлення втраченої обладнанням працевдатності.

Нижче викладаються основні ПТЄ машин та приводяться норми, на які слід орієнтуватись при організації нагляду, що запобігає випадковим пошкодженням обладнання.

3.1. Улаштування приміщень для зберігання та використання машин

Тривале збереження металорізальними верстатами та ковальсько-пресовим обладнанням початкових технічних параметрів можливо тільки при установлений їх у закритих опалювальних приміщеннях, що забезпечають:

- захист від атмосферних опадів;
- захист від зовнішніх джерел запилення повітря та агресивних газів (допускаються тільки сліди газоподібних кислот і лугів);
- збереження допустимої температури повітря в межах інтервалу, що залежать від заданої точності обробки;
- збереження допустимої вологості повітря в межах інтервалу, що залежать від фактичної температури.

Машини класів точності Н і П можна установлювати у загальних приміщеннях підприємства. При цьому, якщо при експлуатації верстата інтенсивно відбувається аброзивний або металевий пил (застосовується абразивний інструмент або обробляється чавун), він повинен обов’язково обладнуватись витяжними пристроями для захисту повітря від забруднення.

Проте верстати, що працюють аброзивним інструментом, бажано установлювати окремо від верстатів, при роботі яких використовується інструмент з металу. Для підтримання чистоти повітря приміщення обладнують приплівно-витяжною вентиляцією з пильноочисним фільтром.
Обладнання класів В, А і С потрібно установлювати тільки у ізольованих приміщеннях. При цьому є недопустимим спільне установлення різноїнних верстатів даних класів, навіть і таких, що є близькими за технологічним призначенням або за матеріалом інструмента (наприклад, зубо- і різьбошліфувальних).

Системи припливної вентиляції у приміщеннях, в яких установлені верстати класів В, А і С, повинні бути обладнані пристроями для підгірівання повітря.

Нормальною температурою повітря у виробничих приміщеннях машинобудівних підприємств вважається 20°С. Залежно від класу точності установленого в них обладнання допускаються такі відхилення від номінальної температури

<table>
<thead>
<tr>
<th>Клас точності машин</th>
<th>Н</th>
<th>П</th>
<th>В</th>
<th>А</th>
<th>С</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Допустимі коливання температури, °C</td>
<td>±10</td>
<td>±5</td>
<td>±2</td>
<td>±1</td>
<td>±0,5</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Відповідно допустимі коливання вологості у приміщенні з обладнанням, виходячи із фактичної температури повітря в ньому складають:

40 – 75% при температурі нижчій 24°С;
40 – 60% при температурі нижчій 28°С;
40 – 55% при температурі вищій 28°С;
У зимовий час допустимий температурний інтервал у приміщеннях з машинами класів Н і П можна забезпечити за допомогою систем централізованого опалення будь-якого типу, у літню пору – з використанням припливно-витяжної вентиляції.

Найкращим типом системи опалення для приміщень з обладнанням класів В, А і С є повітряне опалення. Допустимо також і водяне опалення, радіатори якого повинні бути розташовані не ближче, ніж на 1 м від машин і обов'язково закриватись теплоізоляційними екранами.

У приміщеннях для обладнання класу В температуру можна регулювати за допомогою вентиляції опаловальної системи. Це з урахуванням температурних коливань від відносної вологості у приміщенні.

Загальне освітлення приміщень повинне забезпечуватись підвісними світлінниками денного світла і в сукупності з місцевим освітленням від мережі напругою не вищою 36 В має задовольняти правилам та нормам штучного освітлення промислових підприємств.

Розміри та планування приміщень повинні допускати вільний доступ до всіх вузлів змонтуваного в них обладнання під час його роботи. Крім цього, необхідно передбачити місце для шаф, стендів, стелажів, етажерок та ємностей для зберігання заготовок, оброблених деталей, інструмента, пристосувань, приладів, контрольних приладів, інвентарю для догляду за обладнанням, обтиральних матеріалів, мастила. Незайняті площі навколо машин мають бути достатніми для забезпечення можливості розбирання їх на вузли під час ремонту, а також для транспортування із приміщення в
зборі для відправлення на СРЗ будь-якої одиниці обладнання масою до 10 т. Цією метою у приміщеннях, призначених для установлення чотирьох і більшого числа машин, повинен бути передбачений вільний прохід шириною не меншою ніж ширина найбільшої за габаритами транспортної машини плюс 0,5 м.

Вихід із приміщення рекомендується улаштовувати через тамбур з подвійними воротами, що щільно закриваються, шириною достатньою для проходження через них найбільшої з установлених в цеху машин і з окремими дверима для проходу людей, обладнаними пристроями для самозакривання. Крім цього, обов'язковою для тамбура є теплова завіса. Вихід із приміщення для прецізійного обладнання бажано улаштовувати усередину цеху, а в його тамбур підводити патрубок припливної вентиляції для створення в ньому надлишкового тиску 10 – 20 Па.

Підлогу у цехах рекомендується покривати пластиками (декорозіт феноліт-4, феноліт-5) або лінолеумом по бетонній основі. Допустиме також застосування плиток кам'яного лиття або метласских плиток, однак в останньому випадку навколо машин необхідно укладати також гумові доріжки шириною не меншою, ніж 700 мм. Забороняється ксилолітове покриття підлоги для уникнення корозії металевих частин обладнання під дією ксилолітової кислоти.

Віконні прорізи у приміщеннях, в яких змонтовані верстати, повинні закриватися подвійними глухими рамами без віктор та фрамуг, що відкриваються. У цехах з прецізійним обладнанням дозволяється улаштування вікон тільки з північно-західної, північної та північно-східної сторони. При цьому вікна з північно-східної сторони повинні бути обладнані жалюзійними гратами або шторами із щільного матеріалу, що не допускають отримання на поверхні верстатів прямих сонячних променів.

Приміщення для установлення машин мають бути обладнані підйомні транспортними механізмами з електроприводом, у кількості, при якій забезпечується безперебійна робота всього основного обладнання. Вантажопідйомність встановлених машин відповідає мінімальній масі готової продукції, що допускається до обробки на обладнанні, для обслуговування якого вони призначені. Бажано також, щоб у цеху був і мостовий монтажний кран для розбирання машин на вузли під час ремонтів, що виконуються на місці експлуатації. Не рекомендуються для обслуговування координаційно-розточувальних верстатів використовувати пневмопідйомники.

У приміщеннях для установления верстатів з ЧПК необхідно прокласти низькоомну заземлювальну шину, до якої приєднують дроти заземлення шаф ЧПК. При цьому електричний опір заземлювального контуру не повинні перевищувати 4 Ом.

У цехах з ливарним обладнанням потрібно змонтовувати посилену припливно-витяжну вентиляцію для відсмоктування з робочих зон пилу та газу, а також для подачі в них свіжого повітря. Крім цього, обов'язковим для даних приміщень є спеціальні трубопроводи з глушниками для відве-
дення з робочих зон пневматичних машин відпрацьованого стисненого по- вітря і уникнення пов’язаного з цим зниження температури, підвищення рівня шуму та запилення робочих зон.

3.2. Улаштування основ та монтування машин

Для отримання деталей із заданими розмірами та шорсткостями оброблених поверхонь необхідно захистити металорізальні верстати, на яких вони виготовляються, від зовнішніх вібраційних збурень, що викликані роботою з ударними навантаженнями розташованого поблизу від них обладнання, машин з неврівноваженими рухомими масами, виконавчі елементи яких здійснюють зворотно-поступальні переміщення, а також всіма видами транспорту. Те ж саме відноситься і до ковальсько-пресового обладнання.

Треба однак відмітити, що навіть і установлення машин в ізольованих приміщеннях не забезпечує цілковитого захисту їх від вібрацій, які передаються через грунт. Крім цього, часткового гасіння вібрацій можна досягти при монтуванні обладнання на окремих фундаментах або на спеціальних віброопорах.

У документації, що висилається заводами-виготовлювачами разом із машинами, звичайно містяться вказівки щодо улаштування їх фундаментів та забезпечення ефективної віброізоляції.

Так, ряд підприємств-виробників рекомендує для гасіння коливань, що передаються через грунт оточувати бетонні фундаменти машин шаром з коркового дрібняка, торфу, шлаку або шлаковані товщиною 50 – 100 мм.

В деяких випадках ефективна віброізоляція обладнання може бути забезпечена без улаштування фундаменту при монтуванні його на загальний бетонному полотнищі цеху, з базуванням на пружних опорах або прокладках. При цьому підлога цеху повинна бути достатньо гладкою для кращого прилягання прокладок і підвищення рівномірності їх навантаження, а отже і довговічності.

При виборі типу основи для установлення будь-якої машини, незалежно від її призначення, повинні бути враховані такі основні фактори, як клас точності обладнання, характер навантажень при роботі, жорсткість конструкції та маса.

Найкращим, хоча водночас і найдорожчим типом основи для монтування верстатів класу С, слід вважати масивні бетонні фундаменти, установлені на пружини з демпферами для пом'якшення коливань, викликаних випадковими причинами.

Обладнання класу А потрібно також монтувати на індивідуальних бетонних фундаментах, що оточені віброізоляційним шаром або повітряним проміжком шириною не меншою 100 мм. Так само установлюються легкі та середні верстати класу В з нежорсткими станинами, що опирають-
сь більше ніж на три точки, а також великі і важкі машини аналогічної точності незалежно від жорсткості їх станин.

Верстати класів В, П і Н легкої та середньої категорії з жорсткими триорпорними станинами, що не мають різко реверсованих вузлів, можуть монтуватись на віброопорах або гумових прокладках на загальному бетонному полотнищі цеху.

Машини класу П з нежорсткими станинами, а велике і важке обладнання цього ж класу – незалежно від жорсткості його станин, можна устанавлювати безпосередньо на бетонній підлозі без застосування гумових прокладок.

При улаштуванні фундаменту на нормальному портландцементі або шлакопортландцементі верстат на ньому може бути установленний не раніше ніж за сім днів після завершення укладання бетону, тоді як пуск обладнання дозволяється лише на двадцять другий день. При необхідності прискорення введення машини в експлуатацію після завершення її монтування застосовують цемент, що швидко схоплюється.

Для захисту фундаменту від руйнування мастилами рекомендується залізнення його верхньої поверхні цементним розчином в суміші з рідким склом.

Вказівки щодо улаштування фундаментів ковальсько-пресових та ливарних машин надсилляються заводами-виготовлювачами разом із обладнанням. Звичайно дані фундаменти являють собою масивні бетонні боки або плити, зізольовані від ґрунту шаром з піску, гравію або золи, укладено-го шляхом вільного насипання без трамбування. При цьому товщина шару засипання залежить від вантажопідйомності монтованого обладнання. Наприклад, при вантажопідйомності формувальної машини до 1200 кг товщина шару приймають рівною 0,3 м, при більшій потужності машини – 0,3 – 0,8 м.

Транспортування по цеху обладнання класів В, А і С, а також верстатів з ЧПК, незалежно від класу їх точності, може здійснюватись на листі металу з використанням лебідок та прокладок, але тільки при достатній прямолінійності та чистоті підлоги, оскільки в іншому випадку імовірна втрата обладнання точності в результаті струшувань та поштовхів в процесі переміщення.

При необхідності піднімання машини особлива увага повинна приділятись її правильному зрівноваженню. Ящики з упакованим в них обладнанням забороняється піднімати за кришки. Звичайно ящики підвішують на тросах, що заведені у спеціальні пази його днища. Необхідно також, щоб величина кута між тросами під час піднімання не перевищувала 45°.

Розпаковувати машини потрібно у строгої відповідності з вказівками заводу-виготовлювача. Малогабаритне легке обладнання можна розпаковувати вручну, тоді як при витяганні з тари великихабаритних, середніх та важких машин у більшості випадків застосовується мостовий кран. При
підніманні вверх кришки ящика з боковими стінками необхідно стежити за 
tим, щоб не пошкодити виступні частини обладнання.

Піднімати розпаковані машини за допомогою стропувальних ланцюгів не дозволяється. Стропування тросами не повинно допускати імовірності пошкодження поверхонь обладнання або деформації його виступних деталей (рукояток, маховичків тощо). З цією метою між тросами та поверхнями машини необхідно укладати захисні матеріали. При цьому кут між тросами повинен бути не більшим 30°.

Важке та унікальне обладнання часто постачається у розібраному на вузли вигляді, у зв'язку із чим, для уникнення пошкоджень під час транспортування, між поверхнями його напрямних звичайно установлюють пластикові прокладки, видалюючи яких в процесі монтажу машини вимагає великої ретельності та відповідної кваліфікації робітників (в іншому випадку можливе пошкодження вказаних поверхонь).

Більшу частину прецизійних верстатів монтують на заздалегідь підготовленому фундаменті без кріплення анкерними болтами або заливають основи цементним розчином. Звичайно установлення такого обладнання здійснюється на трьох або більшому числі опор домкратного типу, за допомогою яких положення основи верстата може бути виведене з точністю 0,01/1000 мм.

Машини, вузли яких під час роботи здійснюють зворотно-поступальні переміщення, кріплять до фундаменту анкерними болтами; основу заливають цементним розчином. Пуск подібного обладнання допускається не раніше ніж за 72 години після завершення заливають розчину для забезпечення його повного затвердіння та схоплювання.

В ході монтування вузлів машини їх поступово звільняють від захисного антикорозійного покриття (мастила або спеціального промасленого паперу). Видаляти захисний шар слід із застосуванням чистого бензину або гасу та за допомогою технічних серветок. Після ретельного очищення та промивання деталей на їх виконавчі поверхні наносять тонкий шар мастила.

Обладнання, що прибуває у складеному вигляді, від антикорозійного покриття звільняють після завершення монтування його механічної та електричної частини. До видалення покриття переміщувати рухомі частини машини категорично забороняється.

Послідовність монтування окремих вузлів, механізмів та пристроїв різних моделей машин може відрізнятись, у зв'язку із чим воно повинно здійснюватись у строгої відповідності із заводською інструкцією.

При приєднанні обладнання до електромережі необхідно перевірити напрямок обертання валів його електродвигунів, яке нерідко допускається тільки в одну сторону.

Монтування верстатів з ЧПК є досить складним і приступати до нього можна лише при наявності на підприємстві-споживачі фахівців відповідних кваліфікаційних навчальних програм.
дної кваліфікації або після укладання згоди із заводом-виготовлювачем про надання шефмонтерської допомоги.

Обладнання з ЧПК підключається до чотиріпроводової мережі змінного струму напругою 380/220 В $^{\pm 10\%}$, частотою 50 ± 1 Гц. Для захисту від електричних перешкод, створюваних при роботі іншого електрообладнання, рекомендується здійснювати живлення ПЧПК від окремого мотор-генератора або силового трансформатора. При цьому підключати до даного мотор-генератора або силового трансформатора інші машини не допускається.

При виконанні такелажних робіт, монтуванні механічної частини, а особливо під час монтування електричної частини обладнання, найбільшу увагу необхідно звернути на дотримання вимог техніки безпеки. Так, машина не може бути введена в експлуатацію без заземлення її станини. Після завершення монтування обладнання в цеху і до початку випробування потрібно витримати його при допустимій температурі експлуатації: влітку та в сухий час — не менше 48 годин, а взимку або в сиру погоду — не менше трьох діб для повного просушування ізоляції обмоток електродвигунів та проводки.

Після завершення монтування машину піддають зовнішньому оглядові. Необхідно переконатись, що всі її картери, резервуари та індивідуальні мастильні точки є чистими, після чого у відповідності зі схемою та картою змащення — заповнити їх мастилом.

Після огляду металорізальні та деревообробні верстати випробовують на холостому ходу, під навантаженням і в роботі, а потім перевіряють на точність.

Випробування на холостому ходу починають з поворотів вручну машинок подачі та шпинделів машин. Після першого пуску верстата мастило, заливе в резервуари системи централізованого змащення, розійде по гідролініях, рівень його зніситься, тому мастило необхідно долити.

На холостому ходу і під навантаженням верстат повинен бути випробуваний послідовно на всіх частотах обертання та подачах, потрібно перевірити роботу всіх кінематичних ланцюгів. Якщо при цьому не буде виявлено ознак, що свідчать про порушення нормальної роботи верстата (стукоту у механізмах, вібрацій, хитання, самочинного перемикання швидкостей та подач, перегрівання підшипників і т.д.), верстат може бути випробуваний у роботі, а потім перевірений на точність згідно із методами та нормами відповідного стандарту. Тривалість випробування на холостому ходу повинна складати не менше двох годин, а в роботі — не менше 30 хвилин.

У верстатів з ЧПК після перевірки на холостому ходу і в налагоджувальному режимі роботи всіх кінематичних ланцюгів вмикають пристрій керування і перевіряють його роботу при відпрацьовуванні заданого програмою обробки режиму. В даному випадку можуть виявитися несправності, обумовлені дефектами в ПЧПК або в приводах верстата, які необхідно
спробувати усунути шляхом підналагодження обладнання, згідно із експлуатаційною документацією. При нормальній роботі верстата на холостому ходу приступають до його випробувань під навантаженням. Випробування в режимі програмного керування здійснюється за рекомендаціями та інструкціями заводів-виготовлювачів верстатів та ПЧПК.

Ковальсько-пресове та ливарне обладнання до здачі його в експлуатацію повинне піддаватись обкатуванню: на холостому ходу – 7 – 8 год, а під навантаженням, що не перевищує 50 % номінального зусилля – протягом часу, зазначеного у посібнику з експлуатації, але не меншого 50 – 60 год.

У випадку, якщо одержані результати випробувань є позитивними, обладнання передають в експлуатацію за актом, підготовленим за відповідною формою [1], в обов’язковій присутності представників відділу головного механіка, відділу технічного контролю та цеху, у якому воно змонтовано. В акті має бути зазначений клас точності машини згідно із паспортними даними, підтвердженими результатами випробувань.

При одержанні незадовільних результатів випробувань, а також у випадках, коли фактична точність обладнання виявляється нижчою паспортної, слід викликати представника заводу-виготовлювача для укладання рекламаційного акту.

Протягом першого місяця після здачі машини в експлуатацію не слід піддавати її максимальним навантаженням, потрібно працювати на середніх режимах.

Приблизно через 200 годин роботи після введення в експлуатацію обладнання необхідно зупинити та оглянути, промити та знов заповнити свіжим мастилом всі резервуари, картери та індивідуальні мастильні точки.

Від цього моменту машину переводять в режим нормальної експлуатації. Для неї повинен бути складений план-графік оглядів, перевірок точності, промивань та ремонту, що виконуються з певною оптимальною періодичністю, установленою для машин даного типу, за винятком нагляду за осіданням фундаменту, який здійснюється тільки протягом перших семи місяців роботи.

3.3. Робота на машинах

Обладнання будь-якого виду повинне використовуватись тільки відповідно до його технологічного призначення, вказаного у технічній документації.

Коло операцій, які можна виконувати на тому чи іншому металорізальному верстаті, визначається його технологічним призначенням, забезпечуваними точністю та шорсткістю оброблюваних поверхонь, а також найбільшими допустимими навантаженнями під час роботи.

На верстатах класів В, А і С можна виконувати тільки ті види робіт, які вказані у заводських керівництвах.
Верстати вищого класу точності не слід використовувати для виготовлення деталей, які можуть бути отримані із забезпеченням заданих параметрів точності та шорсткості при обробці на верстатах нижчого класу.

Забороняється закріплення і обробка на верстатах, незалежно від їх призначення, заготовок, маси яких перевищує допустиму, вказану у технічній документації, оскільки в іншому випадку на поверхнях терття виконаних елементів (напрямних столів, шийок шпинделів) можливе утворення задирок, що приведе до передчасного зношення вказаній деталей. Безумовне дотримання даної вимоги особливо важливе для прецизійних верстатів, оскільки допустимий знос їх базових деталей не перевищує декількох мікрометрів.

Попередню обробку отворів, що підлягають розточуванню на високоточному обладнанні, необхідно виконувати на свердлільних, фрезерних та розточувальних верстатах нормальної точності із залишенням припуску для остаточного розточування 2 – 2,5 мм на сторону.

Для забезпечення рівномірного зношування виконаних поверхонь столів та вимірювальних гвинтів верстатів рекомендується при обробці на них партиї невеликих заготовок періодично змінювати місце закріплення останніх.

На координатно-розточувальних верстатах не слід обробляти заготовки, габарити яких у плані перевищують габарити столів обладнання. Особливо небажано є обробка на одностоячих верстатах заготовок, ширинна яких перевищує ширину столу і які звішуються на одну сторону.

Не допускається також надмірне затягування гайок кріплення заготовки шляхом посилення ключа за допомогою різних подовжувачів. Забороняється класти заготовки, деталі та інструмент на столи прецизійних верстатів, а також на поверхні напрямних обладнання незалежно від класу його точності.

Заготовки, які для здійснення їх обробки закріплюються безпосередньо на столах координатно-розточувальних верстатів, необхідно установлювати на спеціальні мірні загартовані, шліфовані та доведені прокладки товщиною не меншою 25 мм. При цьому перед установленням заготовки її базова поверхня, а також дзеркало столу та прокладки повинні бути перекриті та ретельно протерти.

Під час роботи верстата незакриті заготовкою ділянки поверхні столу потрібно накривати спеціальними щитками для захисту їх від випадкових пошкоджень.

З метою збільшення терміну служби та максимально тривалого збереження точності зубо- і різьбошліфувальних верстатів класів А і С не рекомендується обробляти на них заготовки максимально допустимого за паспортом діаметра і застосовувати при цьому граничні режими різання.

На поверхнях заготовок, що підлягають чистовій обробці на верстатах, не повинно бути ознак корозії, окалини або пригарів формувальної
суміші. Перед обробкою на прецизійному обладнанні базові поверхні заготовки мають бути попередньо оброблені начисто.

При роботі на верстатах абразивними кругами потрібно дотримуватись правил техніки безпеки, що передбачені ГОСТ 12.3.028 — 82. Крім цього, до комплекту документації кожного шліфувального та заточувального верстатів повинна входити інструкція з установлення та експлуатації абразивних кругів, що також має виконуватись.

Так, після закріплення на шпинделі верстата абразивний круг повинен бути відбалансований та перевірений при обертанні вхолосту з робочою швидкістю протягом не менше 5 хвилин при закритому кожусі.

У випадку роботи з охолодженням вся виконавча поверхня круга має обмиватись ЗОР. Забороняється застосування ЗОР, що руйнують зв’язку круга.

Не допускається робота на верстатах інструментом, що затупився.

Необхідно щодня перевіряти стан поверхонь хвостовиків інструментів та приладдя, що видаються з інструментальних комор і закріплюються в конусних отворах шпинделів, та пінолей верстатів класів Н і П. Аналогічний інструмент та приладдя для прецизійних верстатів слід використовувати тільки при роботі на тому обладнанні, для якого вони були виготовлені.

Перед установленням інструментів та приладдя з конічними хвостовиками, їх базові поверхні, а також конусні гнізда шпинделів та пінолей верстатів повинні бути ретельно перевірені та протерти. Категорично забороняється використовувати інструменти та приладдя, хвостовики яких мають хоча б незначні пошкодження (подряпини, забоїни, риски).

Не допускається робота на машині при ослабленому кріплений інструмент, а також при наявності зазорів у з’єднаннях та механізмах, величина яких вища допустимої.

Do роботи на металорізальних та деревообробних верстатах можна допускати тільки кваліфікованих робітників, що вивчили конструктивні та технологічні особливості обладнання, а також правила його технічної експлуатації, пройшли спеціальний інструктаж, здали іспит заводській кваліфікаційній комісії та отримали спеціальне посвідчення для роботи на таких верстатих.

Do налагодження верстатів з ЧПК можуть допускатись тільки спеціально підготовлені та достатньо кваліфіковані наладчики.

До складу кваліфікаційної комісії з атестації операторів верстатів з ЧПК, повинен обов’язково входити інженер з їх експлуатації.

Особи, що не пройшли спеціального інструктажу з техніки безпеки, незнайомі з будовою та принципом дії ковальсько-пресових машин, не повинні допускатись до роботи на них, а також до налагодження, обслуговування та ремонту даного обладнання. Дотримання викладених вище основних правил є обов’язковим для всіх підприємств, що експлуатують металорізальні верстати та ковальсько-пресові машини.
4. Основні види робіт з технічного обслуговування та ремонту машин

Для забезпечення тривалого збереження працездатності обладнання, зменшення суми витрат на її підтримання та відновлення, а також мінімізації втрат основного виробництва, пов'язаних із простоями машин, що обумовлені їх несправностями, потрібно раціоналізувати організацію експлуатації, технічного обслуговування та ремонту обладнання.

У діяльності СГМ підприємств технічне обслуговування машин має стояти на першому місці, а ремонт, що не повинен розглядатися як самотіль – на другому.

Для забезпечення максимально раціональної організації технічного обслуговування обладнання потрібні чітка регламентація та планування за можливістю всіх його операцій за змістом та періодичністю виконання, а також правильне розподілення операцій між різними виконавцями.

Однак регламентувати весь обсяг робіт, які відносяться до технічного обслуговування машин, практично неможливо, оскільки для цього необхідно забезпечити безперервне спостереження за виникненням та розвитком відмов, що мають випадковий характер, за станом всіх швидкозношуваних деталей та порушенням всіх невідповідальних рухомих та нерухомих роз'єднань.

Організація такого безперервного спостереження зараз є економічно неефективною. Тому поряд із регламентованими (плановими) операціями технічне обслуговування включає і випадкові роботи, що виконуються за потребою.

Основні операції, що входять до складу планового та непланового технічного обслуговування обладнання, а також розподілення їх між виконавцями детально представлені у довідкових таблицях Типової системи [1].

Плановий огляд (О) – це операція планового технічного обслуговування, що виконується з метою перевірки та регулювання всіх вузлів обладнання, а також накопичення інформації про зношування деталей та зміни характеру їх з'єднань, необхідної для підготовки майбутніх ремонтів. Операція виконується за заздалегідь складеним планом, через установлене нормами Типової системи число годин оперативного часу, відпрацьованих машиною, як правило, без розбирання її вузлів, візуально або за допомогою засобів технічного діагностування. Під час та після огляду може здійснюватися усунення таких дрібних несправностей, наявність яких не дозволяє нормально експлуатувати обладнання до найближчого планового ремонту (зачищення забоїн, задирок, подряпин, заварювання тріщин тощо). Планові огляди проводять робітники ремонтної служби, як правило, у неробочий час. При цьому машини, що працюють в умовах сильного забруднення, частково розбирають та промивають; прецизійне обладнання перевіряють на точність. При експлуатації автоматичних ліній та важких машин потреба у профілактичних оглядах є більшою, ніж при використан-
ні обладнання з ручним керуванням та легких верстатів, у зв’язку із чим, їх число в структурі ремонтного циклу подвоюють, щоб забезпечує попередження передчасного виходу машин з ладу.

Що змінний огляд (Ош) – це операція планового технічного обслуговування, виконувана з метою: виявлення та фіксації змін стану окремих найменш надійних деталей і їх з’єднань, а також запобігання відпливам; спостереження за дотриманням правил технічної експлуатації машин та вимог техніки безпеки і попередження їх порушень. Виконується дана операція у кожну робочу зміну в обсязі, передбаченому картою планового технічного обслуговування, без зупинки обладнання. За результатами огляду може проводитись усунення дрібних несправностей.

Періодичний частковий огляд (Оч) – це операція планового технічного обслуговування, виконувана з тією ж метою, що й щозмінний огляд, але для ширшої, ніж останній, номенклатури деталей та з’єднань обладнання. Проведення даної операції є необхідним лише для частини найменш надійних моделей машин. Операція виконується через установлене картою планового технічного обслуговування число годин оперативного часу, відпрацьованих обладнанням, у запланованому обсязі і без зупинки машини. За результатами огляду може здійснюватись усунення дрібних несправностей.

Щозмінне підтримання чистоти обладнання (Чш) – це операція планового технічного обслуговування, виконувана з метою: запобігання прискореному зношуванню відкритих виконавчих поверхонь базових деталей; захисту робітника (оператора) від травмування; підвищення продуктивності праці; дотримання вимог промислової естетики. Виконується дана операція, як правило, наприкінці кожної робочої зміни, але при необхідності може проводитись і декілька разів за зміну.

Щозмінне підтримання чистоти приміщень (Чш), в яких установлені машини – це операція планового технічного обслуговування, виконувана з тією же метою і у ті ж терміни, що й операція з підтримання чистоти обладнання.

Щозмінне змащення (Зш) – це операція планового технічного обслуговування, здійснювана з метою створення при запуску обладнання нормальних умов змащення поверхонь терття деталей, що взаємо переміщуються [4], і підтримання таких умов протягом всієї зміни для запобігання їх прискореному зношуванню.

Поповнення мастильних матеріалів (Зп) у резервуарах та редукторах машини – це операція технічного обслуговування, виконувана з метою попередження прискореного зношування поверхонь терття її деталей, що взаємо переміщуються, які може бути пов’язане з випаровуванням та витіканням мастила. Дана операція може бути плановою, якщо проводиться через установлене картою змащення число годин оперативного часу, відпрацьованих обладнанням, і неплановою – при виконанні її за сигналом.
оператора (верстатника) з врахуванням результатів останнього огляду до відпрацювання машиною установленого числа годин.

Заміна мастильних матеріалів ($Z_r$) у резервуарах, редукторах та корпусах обладнання – це операція його планового технічного обслуговування, здійснювана з метою попередження прискореного зношування поверхонь терті деталей, що взаємно переміщуються, у зв'язку із погіршенням експлуатаційних якостей мастила в результаті його багаторазового нагрівання та забруднення. Операція виконується через установлене картою змащення число годин оперативного часу, відпрацьований машиною і передбачає промивання всієї системи, у якій замінюють мастильний матеріал.

Промивання ($P_m$) механізмів та мастильних систем – це операція планового технічного обслуговування обладнання, здійснювана з метою попередження прискореного зношування поверхонь терті його деталей, що взаємно переміщуються, у зв'язку із забрудненням мастильної системи пилом, металевими та абразивними продуктами механічної обробки виробів. Виконується через установлене картою планового технічного обслуговування число годин оперативного часу, відпрацьований машиною. Може не супроводжуватись заміною мастильного матеріалу.

Періодичне очищення від пилу електричної ($C_e$) та електронної ($C_e$) частин обладнання – це операція його планового технічного обслуговування, виконується з метою: попередження відмов електричних та електронних систем машини у зв'язку із замиканнями та витоками струму через пилові перемички; запобігання нещасним випадкам, до яких можуть призводити механічні пошкодження ізоляції та ланцюгів заземлення, прихованих шаром пилу; дотримання вимог промислової естетики. Виконується через установлене картою планового технічного обслуговування число годин, відпрацьований машиною.

Регулювання механізмів, пристроїв, елементів, заміна швидкозношуваних деталей та обтягування кріпильних деталей ($P$) – це операція технічного обслуговування обладнання, виконується з метою: збереження або відновлення його первинної продуктивності, що може знижуватися у зв'язку із зношуванням або деформацією окремих деталей; збереження або відновлення первинної точності обробки на машині виробів, яка може погіршуватись в міру зношування поверхонь терті її деталей, що взаємно переміщуються; збереження або відновлення безпечних умов роботи на обладнанні; попередження прогресуючого зношування машини та запобігання поломкам або пошкодженням деталей. Дана операція може бути плановою, якщо виконується через установлене картою планового технічного обслуговування число годин оперативного часу, відпрацьований машиною або неплановою – при проведенні її за сигналом оператора (верстатника) з врахуванням результатів огляду до відпрацювання обладнанням установленого числа годин.
Перевірка геометричної та технологічної точності ($\Pi_p$) – це операція планового технічного обслуговування машини, здійснювана з метою запобігання її аваріям та попередження браку точних виробів. Операція виконується через установлене картою планового технічного обслуговування значення годин оперативного часу, відпрацьованих обладнанням, перелік якого розробляється підприємством, що здійснює експлуатацію.

Профілактичні випробування електричної ($\Pi_e$) та електронної ($\Pi_s$) частин обладнання – це операція планового технічного обслуговування, виконується з метою: попередження відмов та збоїв при роботі машини; запобігання нещасним випадкам; дотримання вимог „Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів” та „Правил техніки безпеки при експлуатації установок споживачів”. Виконується через установлене картою планового технічного обслуговування число годин оперативного часу, відпрацьованих обладнанням.

Бездіяльні машини, які у зв'язку зі зміною складу, обсягу або технології виготовлення продукції, що випускається, не будуть експлуатуватись у плановому році, але і не демонтується з врахуванням можливого використання у майбутньому, також потребують технічного обслуговування.

Консервація ($\Pi_c$) – це операція планового технічного обслуговування бездіяльного обладнання, здійснювана з метою захисту його від корозії протягом періоду простої. Виконується відповідно до ГОСТ 9.014 – 78 не пізніше ніж після трьох місяців простої машини і повторюється у подальшому у випадку її бездіяльності через кожні шість місяців. Операцію консервації необхідно проводити і для діючого рідко використовуваного обладнання, якщо перерви в його експлуатації перевищують три місяці.

Перед початком застосування бездіяльної законсервованої машини її необхідно піддати промиванню ($\Pi_p$).

Використання обладнання за призначенням неминуче призводить до скорочення його ресурсу, внаслідок чого технічний стан машини наближається до граничного, у якому продовження її експлуатації є вже неможливим, неефективним або небезпечним для виробничого персоналу, що знаходиться поблизу. Поступове зношування машин у процесі експлуатації проявляється в зниженні точності обробки на них заготовок, появлі підвищеного шуму, частішому, ніж раніше, виникненні неполадок та відмов.

Своєчасне та якісне виконання всіх запланованих операцій технічного обслуговування дозволяє сповільнити даний процес, скоротити число відмов та зменшити пов’язані з ними втрати основного виробництва. Однак рано чи пізно працездатність та справність обладнання втрачаються і виникає необхідність у проведенні його ремонту.

Ремонт за потребою, обумовленою поломкою тої чи іншої деталі або механізму машини, відповідає застарілій формі її обслуговування, основним недоліком якої є раптовість виходу обладнання з ладу, що призводить до порушення нормального виробничого процесу та спричинює великі зби¬
тки підприємству. Крім цього, в результаті надмірного зносу машини підвищується вартість ремонту та знижується його якість.

На всіх державних промислових підприємствах нашої країни діє система планово-попереджувального ремонту обладнання. Дана система розроблена у СРСР й одержала визнання за кордоном. Суть системи планово-попереджувального ремонту обладнання полягає у тому, що через певне, установлене Типовою системою [1] число годин оперативного часу, відпрацьованих обладнанням для нього проводять профілактичні огляди та різні види планових ремонтів. В результаті забезпечується подовження міжремонтного терміну служби машин, зниження витрат на ремонт та підвищення його якості.

Розрізняють три основні методи виконання планово-попереджувального ремонту:

1. При використанні методу післяоглядових ремонтів планують не їх, а періодичні огляди. Якщо під час чергового огляду установлено, що машина не збереже своєї працездатності до наступного огляду, призначається неплановий ремонт. Останнє дає можливість краще підготуватись до його проведення і виконати ремонт швидше та якісніше. Недоліком даного методу є відсутність попереднього планування ремонтів, що може призвести до тимчасових перевантажень працівників ремонтної служби, а в інші періоди часу навпаки – до їх неповної незайнятості.

2. Згідно із методом періодичних ремонтів, для кожної машини складають план-графік із зазначенням у ньому термінів проведення та обсягів ремонтних робіт. У подальшому можливо корегування даного плану з врахуванням фактичних результатів виконаних оглядів, що дозволяє зробити систему ремонтів гнучкішою та забезпечити раціональніше використання технологічного обладнання протягом всього терміну його експлуатації. Описаний метод отримав на практиці найширокше розповсюдження.

3. Метод примусових ремонтів передбачає обов'язковий ремонт машин в установлені терміни. Ремонт проводять згідно із зааздалегідь розробленою технологією з обов'язковим здійсненням всіх намічених замін або відновлень детałей та вузлів. Використання даного методу доцільне тільки на ділянках з однотиповим обладнанням при стабільному режимі його роботи (при експлуатації потокових ліній та енергетичних машин).

Сучасне обладнання в загальному випадку складається з трьох основних частин: механічної (що включає кінематичну, гідравлічну та пневматичну системи), електричної та електронної.

Наближення до граничного стану деталей механічної частини можна, як правило, установити за візуальними ознаками (збільшення ступеня зносу поверхневих шарів елементів, виникнення окремих ушкоджень, тріщин і т.п.), за результатами інструментальних вимірювань або за допомогою спеціальної апаратури. При цьому забезпечення можливості прогнозування швидкості наближення машини до граничного стану дозволяє замінювати
деталі її механічної частини в більшості випадків заздалегідь у плановому порядку.

Те ж саме відноситься і до деталей електричної частини, що взаємно переміщуються, частково до ізоляції електропроводки та обмоток електродвигунів і електроапаратів. Навпаки, наближення до граничного стану ряда нерухомих деталей та вузлів, що входять до складу електричної частини, а також радіоелементів електронних пристроїв, не супроводжується видими ознаками і не може бути виявлене до настання відмови. Заміна таких деталей, вузлів та елементів можлива тільки у неплановому порядку, за потребою. У зв'язку із цим, за способом організації всі ремонти розділені у Типовій системі на планові і непланові.

Плановий ремонт – це ремонт, передбачений Типовою системою і виконуваний через установлене нормами даної системи число годин операцівного часу, відпрацьованих обладнанням або при досягненні ним певного граничного технічного стану.

Неплановий ремонт – це ремонт, передбачений Типовою системою, але здійснений у неплановому порядку, за потребою. Трудові та матеріальні ресурси, а також час простою машини при її неплановому ремонти, регламентуються нормами Типової системи.

За складом виконуваних робіт розрізняють три види планових ремонтів: поточний, середній і капітальний.

Поточний ремонт (ПР) – це ремонт, виконуваний для підтримання або відновлення працездатності обладнання, який передбачає заміну і (або) відновлення його окремих вузлів, термін служби яких дорівнює міжремонтному періоду або є меншим за нього. Крім цього, під час ПР здійснюється регулювання механізмів для забезпечення нормальної експлуатації машини до її чергового планового ремонту. Проводиться також промивання гідросистем та заміна мастильних матеріалів.

Середній ремонт (СР) – це ремонт, здійснений для відновлення справності та часткового відновлення ресурсу машини, що може супроводжуватись заміною або відновленням складових деталей та вузлів обмеженої номенклатури, термін служби яких дорівнює чи є меншим міжремонтного періоду або періоду між двома середніми ремонтами, а також контролем технічного стану решіт елементів в обсязі, установленому нормативно-технічною документацією. Середній ремонт включає операції ПР, а також додаткові заходи з відновлення потужності та продуктивності машини на термін до чергового середнього або капітального ремонту. При цьому обов'язково проводять перевірку машини на точність.

Капітальний ремонт (КР) – це найбільший за обсягом вид планового ремонту, виконуваний для відновлення справності та повного або близького до повного відновлення ресурсу, точності, потужності та продуктивності обладнання. Протягом КР здійснюють повне роботи машини, заміну або відновлення будь-яких її вузлів, включаючи базові, а також проводять модернізацію обладнання.
В наш час у зв'язку із підвищенням довговічності машин намічається перехід до двовидової системи ремонту, що включає тільки поточні та капітальні ремонти.

Різновидом непланового ремонту, що також виконується з метою відновлення працездатності обладнання, є аварійний ремонт.

Аварійний ремонт (АР) – це неплановий ремонт, потреба в якому обумовлюється дефектами конструкції або виготовлення машини, дефектами її ремонту або порушенням правил технічної експлуатації.

При наявності на підприємстві правильно організованої системи планово-попереджувального ремонту АР, як правило, не повинні мати місця.
5. Структура та періодичність робіт з планового технічного обслуговування та ремонту машин

Всі роботи з планового технічного обслуговування та ремонту машин виконуються у певній послідовності і утворюють повторювані цикли.

Ремонтний цикл (Цр) – це повторювана сукупність різних видів планового ремонту, виконуваних у передбаченій послідовності через установлену кількість годин оперативного часу роботи обладнання, що називається міжремонтним періодом. ремонтний цикл завершується капітальним ремонтом і характеризується структурою та тривалістю.


Тривалість ремонтного циклу (Тср) – це операційний час роботи машини між двома послідовно виконуваними капітальними ремонтами. Час простоїв обладнання, пов’язаних з виконанням планових і непланових ремонтів, а також здійсненням його технічного обслуговування, у тривалість ремонтного циклу не входить.

Тривалість ремонтного циклу зображають розмірною лінією між по- значеннями капітальних ремонтів, якими починається й завершується цикл. Над розмірною лінією вказують тривалість циклу у годинах, наприклад:


Міжремонтний період (Тмр) – це операційний час роботи машини між двома її найближчими послідовно виконуваними плановими ремонтами. Тривалість міжремонтного періоду дорівнює тривалості ремонтного циклу, поділеної на число внутрішньоциклових ремонтів плюс 1.

Тривалість ремонтного циклу визначається класом точності машини, умовами її роботи (запиленістю повітря, категорією матеріалу робочої частини інструмента (метал або абразив), твердістю оброблюваного матеріалу тощо), використовуваними режимами механічної обробки, типом виробництва і, нарешті, терміном служби тих основних механізмів та деталей обладнання, заміна або ремонт яких можуть бути виконані під час його повного розбирання. Середня тривалість ремонтного циклу для легких і середніх металорізальних верстатів складає близько 30000 робочих годин (при двозмінному режимі роботи – 90 місяців), міжремонтний період – 10 місяців, міжоглядовий період – 5 місяців.

Цикл технічного обслуговування (Цо) – це повторювана сукупність різних операцій планового технічного обслуговування, здійснюваних через установлене для кожного виду обладнання та операції число годин опера-
тивного часу роботи, що називається міжоперацийним періодом (Тмо). Цикл технічного обслуговування визначається структурою та тривалістю.

Структура циклу технічного обслуговування (Cцш) – це перелік операцій планового технічного обслуговування, що входять до складу циклу, з коефіцієнтами, які показують число операцій кожного виду в циклі. Структуру циклу технічного обслуговування звичайно подають як суму операцій, що входять до нього. При цьому перед символами тих операцій технічного обслуговування, що виконуються щодня, замість коефіцієнтів записують літери „Щ” (щодня). Операції, що здійснюються перемонтним персоналом (верстатниками, прибиранцями), в структурі циклу технічного обслуговування не позначаються. Наприклад, структуру циклу, що включає операції щоденного огляду, чотири поповнення мастила, одну заміну мастила, один частковий огляд, два профілактичні регулювання та щоденні змащення, записують таким чином: ЩОп + 4Зп + Оп + 2П (щоденнє змащення, виконане верстатником, не показують).

Тривалість циклу технічного обслуговування (Тцш) та тривалість міжремонтного періоду (Тмр) для однієї і тієї самої машини є кількісно рівними величинами, оскільки всі операції планового технічного обслуговування виконуються у проміжку часу між двома послідовними плановими ремонтом.

Міжоперацийний період обслуговування (Тмо) – це період оперативного часові роботи обладнання між двома послідовно виконованими одноименими операціями планового технічного обслуговування. Фактична оптимальна тривалість Тмо визначається згідно із двома умовами: вона є найбільшою меншою величиною для вказаної у карті планового технічного обслуговування максимально допустимої тривалості міжоперацийного періоду (maxТмо), на яку без залишку ділиться тривалість міжремонтного періоду (Тмр).

Число одноимених операцій у циклі планового технічного обслуговування

\[ n_{по} = \left( \frac{T_{цш}}{T_{мо}} \right) - 1 = \left( \frac{T_{мр}}{T_{мо}} \right) - 1. \]

Карта планового технічного обслуговування – це документ, що надсилается заводом-виготовлявачем у складі супровідної технічної документації з кожною одиницею обладнання і в якому наводяться: перелік операцій планового технічного обслуговування всіх видів, що підлягають виконанню з короткою характеристикою їх змісту; для операцій Оп, Оп, О, Пп, Вс, Вс – їх число у циклі технічного обслуговування; для операцій Зн, Зп, Р, Пм, Чп, Чс – найбільша допустима тривалість міжоперацийного періоду обслуговування – maxТмо; трудомісткість проведення та склад виконавців операції кожного виду.

Карта планового технічного обслуговування може розроблятись окремо для обладнання кожної моделі або для групи конструктивно близьких моделей.
Для машин різних видів при наявності відмін в умовах їх експлуатації Типовою системою регламентовані різні за структурою та тривалістю ремонтні цикли та кількості планових оглядів у циклах технічного обслуговування [1, 2]. Структури циклів технічного обслуговування, окрім операцій „плановий огляд”, установлюють за даними карт планового технічного обслуговування.

Заводи-виготовлювачі обладнання повинні нормувати й забезпечувати довговічність базових деталей обладнання, що відповідає тривалості ремонтного циклу. Якщо забезпечення аналогічної довговічності для інших деталей (окрім швидкозношуваних) технічно неможливе або економічно недоцільне, то вона має дорівнювати половині тривалості ремонтного циклу з тим, щоб заміна вказаних деталей здійснювалась під час проведення середнього ремонту при тривидовій структурі, під час третього поточного ремонту при двовидовій шестиперіодній структурі або під час четвертого поточного ремонту при двовидовій восьмиперіодній структурі, тобто в середині циклу.

В наведених у Типовій системі емпіричних формулах для розрахунку тривалості ремонтних циклів враховані: марка оброблюваного матеріалу; марка матеріалу застосовуваного інструмента; клас точності обладнання; категорія його маси; ремонтні особливості машини; умови її експлуатації; відпрацьований оперативний час; довговічність.
6. Організація робіт з технічного обслуговування та ремонту машин

6.1. Управління технічним обслуговуванням та ремонтом машин

Першим кроком керівників будь-якого машинобудівного підприємства, зацікавлених у ефективному використанні наявного обладнання, має бути організація спеціального підрозділу – служби головного механіка (СГМ), яка повинна відповідати за виконання планових та непланових робіт з технічного обслуговування та ремонту машин.

Незалежно від величини обсягів продукції, що випускає підприємство, СГМ складається з керівної частини – відділу головного механіка (ВГМ), яка є частиною заводу-управління, а також адміністративно підлеглої їй виконавчої частини, що залежно від цехової структури підприємства являє собою цехову ремонтну базу (ЦРБ) або ремонтно-механічний цех (РМЦ), при цьому філіями останнього є ЦРБ виробничих цехів або корпусів ремонтних баз (КРБ), організовані в корпусах, де розташовані два або більше цехів. На особливо великих підприємствах до складу виконавчої частини СГМ окрім РМЦ можуть входити ливарний, ковальський та котельно-варювальний цехи.

Керівникам підприємства при розробці та затвердженні штату СГМ необхідно враховувати, що одним з основних напрямків науково-технічного прогресу є постійне зростання ступеня механізації та автоматизації виробничих процесів, в результаті чого скорочується кількість основних робітників, тоді як число і складність машин, а отже і обсяг робіт з їх технічного обслуговування та ремонту, поступово збільшується. У зв'язку із цим, визначення чисельного та кваліфікаційного складу СГМ залежно від загальної кількості робітників та інженерів підприємства, виходячи з обсягу його продукції у грошових одиницях, або за вартістю основних фондів, є некоректним.

Єдино правильним є розрахунок чисельності апарату СГМ, залежно від обсягу робіт з технічного обслуговування та ремонту обладнання, що підлягає виконанню, і величина якого, в свою чергу, залежить від структури підприємства, числа машин, а також їх ремонтних особливостей.

Забезпечення та збереження оптимального кількісного та необхідного кваліфікаційного складу СГМ є однією з основних умов успішної реалізації положень Типової системи.

Залежно від числа установлених метало- та деревообробних верстатів класів Н і П, всі вітчизняні машинобудівні підприємства розділені на 12 груп [1]. Для підприємств кожної групи Типовою системою регламентована чисельність штату ВГМ. Так, для підприємств 1-ї групи її оптимальне значення складає 5 чоловік, тоді як для підприємств 12-ї групи – від 101 до 115 чоловік.

Функції структурних підрозділів ВГМ, а також детальна номенклатура його посад наведені у Типовій системі [1]. У загальному випадку до
неї входять: головний механік, його заступник, завідувач технічним архівом, архіваріус, а також начальники, інженери та техніки бюро планування та аналізу (БПА), групи кранового господарства, конструкторсько-технологічного та планово-виробничого бюро.

Подані норми чисельності штату ВГМ можуть використовуватись і на тих машинобудівних підприємствах, що окрім метало- та деревообробного обладнання, експлуатують також підйомно-транспортні, гальванічні, термічні, фарбувальні та інші види спеціальних технологічних машин, якщо ремонтоскладність [1] останніх не перевищує 5% сумарної ремонтоскладності всього обладнання підприємства. В іншому випадку нормативна чисельність штату відповідного підрозділу ВГМ має бути пропорційно збільшена. Те ж саме стосується й машинобудівних підприємств з цехами металургійного циклу.

До складу інспекторської групи ВГМ підприємств, що експлуатують обладнання класів В, А або С, додатково вводять інспекторів з контролю за його технічним станом, кількість яких залежить від числа установленних високоточних машин [1].

Аналігічно до штату ВГМ підприємств, що використовують технологічне обладнання з ЧПК, додатково вводять інспекторів відповідної спеціалізації, потрібну чисельність яких визначають за нормами Типової системи [1]. Так, якщо кількість установлений обладнання з ЧПК не перевищує 50 одиниць до складу інспекторської групи БПА ВГМ має входити один інженер-інспектор з нагляду за дотриманням правил технічної експлуатації та організацією ремонту ПЧПК, до групи запасних частин БПА вводять інженера з планування та контролю надходження і витрат виробів та деталей для ПЧПК, а до штату планово-виробничого бюро ВГМ – інженера з планування роботи виробничеї лабораторії, створеної в структурі РМЦ, що забезпечує працездатність ПЧПК.

Для періодичної перевірки геометричної та технологічної точності верстатів з ЧПК, передбаченої ПТЕ, штат ВТК повинен бути укомплектований інженерами або техніками-контролерами, фахівцями з експлуатації та ремонту обладнання з ЧПК з розрахунку: один механік на 150 верстатів, один інженер з електротехніки на 150 пристроїв ЧПК.

Одним з найістотніших факторів підвищення ефективності використання обладнання є правильне та чітке розділення відповідних функцій між СГМ та службою головного енергетика (СЕ).

На підприємствах 1-ї та 2-ї груп всі обов’язки з технічного обслуговування та ремонту як технологічного, так і енергетичного обладнання покладають на СГМ.

На підприємствах 3-ї та вищих груп у функції СЕ повинно входити забезпечення всіма видами енергії (парою, водою, стисненим повітрям та електроенергією), а також здійснення технічного обслуговування та ремонту енергетичного обладнання: котельні із паророзподільними мережами; насосних станцій з водопровідними мережами; компресорних стан...
цій з повітродопільними мережами; електростанцій та трансформаторних підстанцій з електромережами; трансформаторів, що не відносяться до комплекту технологічного обладнання, включаючи зварювальні; сантехніки та вентиляційних пристроїв, тоді як задачею СГМ є підтримання безпецербійного функціонування всього технологічного та підйомно-транспортного обладнання і виконання пов’язаного з цим комплексного технічного обслуговування та ремонту його механічної, електричної та електронної частин.

Такий поділ функцій між СГЕ та СГМ дозволяє організувати обслуговування та ремонт технологічного обладнання комплексними бригадами, що включають слюсарів, електриків, а в необхідних випадках і інженерів з електронної техніки. З’являються можливості для освоєння робітниками-ремонтниками суміжних професій та скорочення їх необхідної чисельності у випадках, коли при фактичному обсязі робіт не забезпечується повного завантаження цілого числа робітників той або іншої спеціальності; раціональніше плануються технічне обслуговування і ремонт технологічного та підйомно-транспортного обладнання, підвищується відповідальність СГМ за його безперебійне функціонування.

Однак, незважаючи на очевидні переваги рекомендованого вище розмежування обов’язків СГЕ та СГМ за «рубильниками» енергетичного, технологічного та підйомно-транспортного обладнання, воно поки що в такому вигляді відсутнє на більшій частині вітчизняних машинобудівних заводів, оскільки на практиці часто виходять із помилкового припущення, що головний механік не повинен знати електрообладнання машин, а головний енергетик завжди є електротехніком (хоча він може бути й теплотехніком).

Раціональна організація технічного обслуговування та ремонту обладнання передбачає також чітке розподілення функцій між СГМ та службою головного технолога (СГТ), яка повинна підтримувати у справному стані всі приладдя, пристрої та інструментальні наладки, що поставляються разом з обладнанням, виготовлені на місці його експлуатації або придбані на інших підприємствах. При цьому ремонт приладдя, пристроя та наладок повинен виконувати інструментальний цех СГТ заводу.

Не менш важливим є й правильне розподілення обов’язків між СГМ та службою матеріально-технічного постачання підприємства. На СГМ у даному відношенні покладається: планування потреби в запасних частин, комплектуючих виробах, основних та допоміжних матеріалах, напівфабрикатах; підготовка до установленого терміну заявок на одержання матеріалів, напівфабрикатів, деталей і комплектуючих для здійснення технічного обслуговування та ремонту обладнання, а також передача їх для реалізації службі матеріально-технічного постачання; забезпечення нагляду за зберіганням запасних частин, комплектуючих, напівфабрикатів та матеріалів, а також організація технічного керування обліку їх надходження та витрат за номенклатурую та кількістю.
У функції служби матеріально-технічного постачання входить: за- безпечення за заявками СГМ своєчасного надходження матеріалів, напів- фабрикатів, запасних деталей та комплектуючих виробів; організація при- ймання, складування та здачі на бази металевих відходів; організація при- ймання, складування та регенерації або здачі на регенерацію відпрацьова- них мастильних матеріалів.

У заводській практиці нерідкі випадки, коли на СГМ, окрім вищевка- занних, покладають і ряд інших обов’язків, в тому числі: нагляд за станом, утримання та ремонт промислових будівель та споруджень (номінально дані функції повинна виконувати служба головного архітектора підприєм- ства); монтування обладнання при виконанні господарським способом ре- конструкції або розширення підприємства (обов’язки служби капітального будівництва); виготовлення або складування нестандартизованого обладнан- ня, технологічного оснащення або деталей продукції, що випускається під- приємством.

Виконання СГМ робіт, які номінально не пов’язані з колом її функ- цій, неминуче призводить до зривів реалізації планів технічного обслуго- вування та ремонту технологічного обладнання, а також до погіршення йо- го технічного стану. Про ефективність використання машин у подібних випадках говорити не доводиться. У зв’язку із цим, об’єднання функцій служб головного механіка, головного архітектора та капітального будівництва і передача їх якомусь одному підрозділу не повинні допускатись на- віть й на невеликих підприємствах,

Монтажні роботи, виготовлення нестандартизованого обладнання й оснащення за своїм технологічним змістом близькі до ремонтних операцій. Виконання СГМ даних робіт не вимагає перебудови ВГМ, укомплектуван- ня його фахівцями інших кваліфікацій. Таким чином, керівники підпри- ємств залежно від конкретних виробничих умов можуть приймати рішення про створення монтажної ділянки або цеху з виготовлення нестандарти- зованого обладнання та оснащення і про залучення до роботи у даних під- розділах робітників СГМ.

Важливо, щоб обсяги додаткових монтажних або верстатних робіт попередньо планувались, СГМ виділялась необхідна кількість робітників відповідних спеціальностей [1], а до штату ВГМ вводились додаткові фахі- вці у кількості 5% номінальної чисельності робітників даної групи.

Використання персоналу СГМ для виконання ще якихось робіт, окрім тих, що вказані вище, призводить до грубих порушень основних норм та положень Типової системи і, як наслідок – до суттєвого зниження ефективності функціонування обладнання.

У випадку переходу підприємства на комплексне технічне обслуго- вування і ремонт при РМЦ повинна бути організована електротехнічна ла- бораторія (ділянка) з відновлення працездатності електричної частини тех- нологічного та підйомно-транспортного обладнання.
Капітальний ремонт електричних машин (двигунів та генераторів), особливо такий, що передбачає перемотування їх обмоток, виконується на спеціалізованих електроремонтних заводах або у електроремонтному цеху СГЕ в порядку внутрішньозаводської кооперації (аналогічно РМЦ за замовленнями головного енергетика може виготовляти окремі деталі для енергетичного обладнання).

Керівництво електротехнічною лабораторією звичайно доручають інженеру-електрику – фахівцю з експлуатації та ремонту електропривода машин. Чисельність майстрів у лабораторії береться пропорційно до кількості в ній робітників [1]; чисельність ІТР визначається за нормами Типової системи [1].

Крім цього, в складі РМЦ підприємств, що експлуатують обладнання з ЧПК, для проведення його ремонту та технічного обслуговування створюють спеціальну лабораторію відповідного напряму. Керівництво даною лабораторією доручають, як правило, досвідченому інженеру з електронної техніки – фахівцю з ремонту та технічного обслуговування ПЧПК. Окрім нього до штату лабораторії повинні входити старші інженери-механіки та старші інженери з електронної техніки з обов'язками, аналогічними обов'язкам майстрів РМЦ, потрібна кількість яких визначається з розрахунку 1 фахівець кожної кваліфікації на кожні 300 одиниць верстатів з ЧПК. У лабораторії необхідно сформувати комплексні бригади зі слюсарів, що забезпечують ремонт механізмів та гідравлічної частини верстатів, а також мас-тильників, електриків та техніків з ремонту ПЧПК. Чисельність комплексних бригад розраховують за нормами на ремонт та технічне обслуговування механічної, електричної та електронної частин верстатів з ЧПК. До 40% наладчиків ПЧПК повинні мати кваліфікацію інженерів та техніків з електронної техніки, оскільки понад 75% загальної трудомісткості робіт з усунення відмов ПЧПК це трудомісткість відшукування причин несправностей, яке достатньо ефективно виконується лише такими особами, що мають необхідну теоретичну підготовку.

На підприємствах, що експлуатують машини зі складним гідрообладнанням [1], в структурі РМЦ створюють спеціальну лабораторію з ремонту гідроприводів.

6.2. Організація технічного обслуговування та ремонту залежно від розмірів підприємств і особливостей машин

Залежно від розмірів підприємства, його географічного положення та особливостей експлуатованого обладнання ремонт останнього може здійснюватись: централізовано на спеціалізованих ремонтних заводах; силами військових бригад, що організовуються спеціалізованими ремонтними підприємствами для відновлення працездатності важких, унікальних та прецизійних машин; силами СГМ підприємства, на якому експлуатується ремонтоване обладнання.
Одним з основних напрямків удосконалювання організації ремонтного виробництва є міжзаводська центрація та концентрація його на базі міжгалузевих спеціалізованих підприємств та об'єднань. Слід однак мати на увазі, що і при найвищому рівні міжзаводської спеціалізації ремонтних робіт, капітальний ремонт 40% технологічного обладнання буде здійснюватись СГМ підприємств. Як правило, на них завжди покладається виконання всіх поточних та непланових ремонтів практично всього парку машин підприємств. У зв'язку із цим, важливе значення набуває удосконалення внутрішньозаводської організації проведення ремонтних робіт, а також операцій технічного обслуговування.

Ефективна організація виконання технічного обслуговування та ремонту на підприємстві передбачає: здійснення технічної підготовки та планування всіх видів робіт; застосування прогресивних технологій та агрегатного методу ремонту; максимально можливе збільшення числа змін роботи ремонтних бригад особливо при відновленні працездатності важкого, унікального та автоматизованого обладнання; забезпечення механізації слюсарних робіт.

При використанні агрегатного методу ремонту агрегати та вузли, що втратили працездатність, замінюють аналогочними, але заздалегідь відремонтованими, придбаними або виготовленими. Це дозволяє зробити дешевшим ремонт та скоротити час простою обладнання, обумовленого його проведенням. Даний метод є найефективнішим при відновленні працездатності: обладнання, що має у своєму складі стандартизовані вузли (насоси, гідроапаратуру тощо); машини однотипних моделей, наявних на підприємстві у великій кількості; основного обладнання підприємства; машин, що складаються з конструктивно відокремлених вузлів (потокових та автоматичних ліній, конвеєрів і т.п.).

На підприємствах, що експлуатають обладнання, ремонт його здійснює РМЦ або його філії – цехові (корпусні) ремонтні бази, які є адміністративно та технічно підлеглими РМЦ.

На заводах з безцеховою структурою, а також на невеликих за розмірами підприємствах, ремонт та технічне обслуговування всього обладнання доцільно виконувати у РМЦ.

На великих підприємствах капітальний ремонт однотипних машин нормальної точності легкої та середньої (за масою) категорії, що установлені в різних цехах, найраціональніше виконувати в РМЦ, оскільки при цьому створюються найкращі умови для спеціалізації.

Капітальний ремонт однотипного обладнання, зосередженого в одному цеху, потрібно робити на місці експлуатації, унікаючи тим самим витрат на транспортування його в РМЦ.

Ремонт машин, що використовуються у цехах з високою запиленістю робочих зон (наприклад, обладнання ливарних цехів) доцільно виконувати в ізольованих приміщеннях, що задовольняють вимоги Типової системи [1].
Ремонт автоматичних ліній, важкого (нетранспортабельного) обладнання слід проводити із залученням спеціалізованих ремонтних бригад РМЦ на місці експлуатації. Аналогічно повинен бути організований ремонт прецизійних машин, якщо на місці їх установлення є умови для забезпечення необхідної точності обладнання. При відсутності таких умов необхідно знати прецизійні машини з фундаменту й транспортувати їх у РМЦ.

Ремонт і технічне обслуговування обладнання з ЧПК незалежно від його розміщення по цехах виконуються централізовано спеціальною лабораторією РМЦ (див. розд. 6.1).

Якщо підприємство відносно велике, а потужність РМЦ є недостатньою для здійснення своєчасного та якісного технічного обслуговування та ремонту всього наявного обладнання, необхідно доручити СГМ розробку проекту розширення РМЦ, а до здійснення останнього частину робіт з капітального ремонту машин нормальної точності виконувати у ЦРБ або КРБ.

У будь-якому випадку, незалежно від схеми організації капітального ремонту у РМЦ, останній повинен забезпечувати проведення робіт таких основних видів: виготовлення складних деталей (шпинделів, ходових гвинтів, зубчатих коліс, шлицових валів тощо), а також виконання верстатних операцій, що не можуть бути здійснені у ЦРБ (КРБ); відновлення зношених деталей із застосуванням спеціального технологічного оснащення та обладнання; поверхневого газополум'яного гартування або гартування з нагріванням СВЧ виконавчих поверхонь напрямних, базових та корпусних деталей; шліфування напрямних на спеціальних верстатах, а також з використанням переносних пристосувань; ремонт та виготовлення уніфікованих агрегатів обладнання; ремонт гідравлічних та пневматичних машин і апаратів обладнання всіх типів і моделей, що використовуються на підприємстві.

Поточний ремонт та технічне обслуговування всього обладнання середніх та великих підприємств (окрім верстатів з ЧПК) виконують ремонтні бригади ЦРБ.

Начальник РМЦ повинен здійснювати ефективне оперативне керування роботою цехових ремонтних бригад. Залежно від конкретної виробничої ситуації для забезпечення своєчасного та якісного виконання запланованих робіт він може тимчасово направляти у цехові ремонтні бригади слюсарів-ремонтників РМЦ, робітників ремонтних бригад – у РМЦ або здійснювати переведення на необхідний термін окремих слюсарів-ремонтників чи повністю ремонтних бригад з однієї ЦРБ (КРБ) у іншу. Зокрема, таке посилення бригад одного цеху за рахунок інших може бути необхідним для прискорення завершення виконання капітального ремонту автоматичних ліній, унікального або прецизійного обладнання.

Під час формування бригад для здійснення капітального ремонту автоматичних ліній або важких машин доцільно скласти його сітовий гра-
фік, що являє собою модель послідовно та паралельно виконуваних процесів перевірки, розбирання, дефектування, відновлення та виготовлення деталей, складання, регулювання та випробування ремонтованого обладнання. Даний графік дозволяє точно розпланувати у часі всі роботи й дає наочне уявлення про технологічну послідовність їх проведення. Користуючись сітковим графіком, керівник одержує можливість прогнозування терміну завершення всіх робіт, виявлення вузьких місць у ремонтному процесі й прийняття обґрунтованого рішення про посилення ремонтних бригад на тях чи інших ділянках.

6.3. Спеціалізація ремонту і гарантійне ремонтообслуговування машин

У наш час на території України функціонує ряд спеціалізованих заводів з ремонту метало- та деревообробного обладнання, а також із забезпечення його запасними частинами для ремонту. Вітчизняні СРЗ виконують капітальний ремонт прецизійних верстатів координатно-різальної групи, різьбощільфувальної та зубошліфувальної групи, а також широко розповсюджених моделей металорізального виготовлення нерозбірних та деревообробного обладнання. Номенклатура ремонтованих на СРЗ машин постійно зростає, що необхідно враховувати СГМ підприємства, оскільки проведення капітального ремонту обладнання на СРЗ сприяє підвищенню ефективності його функціонування за рахунок якіснішого та продуктивнішого, ніж на підприємства-власнику виконання ремонтних операцій. Останне, в свою чергу, обумовлене значно кращою оснащеністю СРЗ у порівнянні з РМЦ спеціальними ремонтними верстатами, пристроями, пристосуваннями та інструментами, спеціалізацією робітників СРЗ на ремонті однієї-двох моделей обладнання, освоєнням ними прогресивних технологій та високим рівнем механізації всіх робіт. У зв’язку із цим, тривалість ремонтного циклу машини, що пройшла капітальний ремонт на СРЗ, може бути збільшена у порівнянні зі тривалістю даного циклу аналогічної машини, що ремонтувалась у РМЦ або ЦРБ підприємства. Крім цього, вартість ремонту обладнання на СРЗ, навіть з врахуванням транспортних витрат та прибутку, нижча вартості ремонту аналогічного обсягу, виконуваного у РМЦ або ЦРБ (КРБ), що підприємства-власники. У випадку недоукомплектування РМЦ або ЦРБ робітниками-ремонтниками передача машин на СРЗ для проведення їх капітального ремонту рівносильна скороченню чи сьогодення робітників, необхідної для виконання плану-графіка з ремонту та технічного обслуговування.

Тому все, що може бути відремонтовано на СРЗ, повинно там і ремонтуватись – таким є перше правило раціональної організації ремонту обладнання [1]. Не менш важливе значення для підвищення ефективності функціонування обладнання має забезпечення його запасними частинами спеціалізованого виготовлення. Останні для моделей машин, що ще не зняти з виробництва, випускають заводи-виготовлювачі обладнання, а для
моделей, виробництво яких припинено – підприємства спеціалізованого ремонтного профілю.

Використання запасних частин, що поставлені СРЗ і виготовлені з матеріалу необхідної якості та на основі прогресивних технологій, забезпечує значне підвищення безвідмовності відремонтованого обладнання, при цьому вартість таких запасних частин на 25% нижча вартості аналогічних деталей, виготовлених у РМЦ підприємства.

У зв’язку із цим, другим правилом ефективної організації ремонту машин є розміщення замовлень на постачання всіх необхідних для них запасних частин на заводах-виготовлювачах та СРЗ.

6.4. Індустріалізація ремонту машин

Для забезпечення всебічної індустріалізації ремонту машин на підприємстві необхідно виконати такий комплекс робіт:
- централизувати у ВГМ технічне керування ремонтом;
- згрупувати парк обладнання залежно від технології його ремонту, визначити склад та кількість типових технологічних процесів капітального ремонту основних машин підприємства, придбати або розробити обов’язкові до виконання типові технологічні ремонтні процеси для кожної моделі обладнання;
- придбати або виготовити необхідне технологічне та контрольно-перевірне оснащення для виконання кожної передбаченої технологією ремонтної операції (переходу) у кількості, що забезпечує потреби ремонту;
- придбати або розробити обов’язкові для виконання технологічні інструкції з реалізації уніфікованих ремонтних операцій з використанням найпрогресивніших методів;
- ввести обов’язковий порядок документально оформленого пооперативного приймання всього процесу ремонту обладнання контролерами ВТК;
- розробити систему перевірки та ремонту всього оснащення й ввести обов’язкову періодичну атестацію контрольно-перевірних пристроїв;
- навчити ремонтний персонал виконанню ремонту згідно із типовими технологічними процесами, дотриманню технологічних інструкцій та застосуванню спеціалізованого та спеціального технологічного й контрольно-перевірного оснащення;
- проінструктувати персонал ВТК про обов’язковість пооперативного приймання вузлів та деталей ремонтованого обладнання;
- створити ділянки з виготовлення, ремонту та атестації оснащення й організувати при всіх цехових ремонтних базах комори для зберігання ремонтного оснащення;
- здійснювати постійний нагляд з боку ВГМ за дотриманням технологічної дисципліни при ремонті обладнання, застосуванням спеціального оснащення, підтриманням його у технічно справному стані та ефективністю роботи контролерів ВТК.
Реалізація даного комплексу робіт дозволить знизити трудомісткість та собівартість ремонту відповідно на 11 ÷ 15 % та 7 ÷ 10%, збільшити тривалість післяремонтного циклу на 14 ÷ 18 %, знизити середній розряд робіт, виконуваних при капітальному ремонті обладнання, приблизно на 1 розряд.

Типові технологічні процеси ремонту використовуються на ряді вітчизняних підприємств, в тому числі на Харківському заводі транспортного машинобудування ім. В. О. Малишева.

6.5. Внутрішньозаводський госпрозрахунок
ремонтно-механічного цеху

Після передачі ЦРБ у підпорядкування РМЦ і створення централізованої маневреної служби технічного обслуговування та ремонту з єдиним адміністративним і технічним підпорядкуванням доцільно здійснити переведення РМЦ на внутрішньозаводський госпрозрахунок.

Як показала практика, організація відносин між РМЦ та іншими цехами підприємства на основі чітко сформульованих взаємних зобов'язань, закріпленних у господарських договорах, забезпечує підвищення відповідальності РМЦ за підтримання працездатності обладнання, збереження у продовж установленого терміну довговічності та безвідмовності машин при мінімальних експлуатаційних витрахах. Разом з тим, керівництво цехів, що використовують обладнання, ретельніше стежить за дотриманням правил його технічної експлуатації, забезпечує передачу машин в ремонт у терміни, установлені місцевими планами-графіками, що є невід'ємною частиною господоговорів. Все це створює передумови для своєчасного виконання підприємством виробничого плану та зниження собівартості продукції.

Надання РМЦ господарської самостійності сприяє розвитку ініціативи та активізації діяльності його керівників і керованого ними колективу, забезпечує підвищення показників використання обладнання. У зв'язку із цим, поряд з обов'язковою організацією обліку роботи обладнання, удосконаленням методів планування термінів виведення його в ремонт та регламентацією технічного обслуговування, всім підприємствам, зацікавленим у ефективній роботі машин, рекомендується здійснити також і переведення РМЦ на внутрішньозаводський госпрозрахунок.

Останнє вимагає:
- розробки планово-розрахункових цін на всі види продукції та послуг, що надаються РМЦ іншим цехам підприємства;
- введення системи матеріальної відповідальності РМЦ та виробничих цехів за виконання установлених господоговорами зобов'язань на основі зазідерелення взаємних претензій;
- виділення РМЦ оборотних коштів в обсязі, що відповідає його лімітованим потребам;
- розробки техніко-економічних показників діяльності РМЦ.
- оснащення РМЦ і ЦРБ (КРБ) лічильниками витрат електроенергії, води, пари, стисненого повітря й т.п.;
- забезпечення бухгалтерського та оперативного обліку техніко-економічних показників діяльності РМЦ і його філій (ЦРБ і КРБ);
- введення системи економічного стимулювання ІТР, службовців та робітників РМЦ за результатами їх роботи.

Переведення РМЦ на госпрозрахунок може бути здійснено у два етапи.

На першому етапі на основі установлення планово-розрахункових цін, введення обліку дотримання сторонами госпдоговірних зобов'язань, розробки системи взаємних компенсацій за збитки, обумовлені порушенням госпдоговорів, а також економічного стимулювання працівників РМЦ за їх виконання, упорядковуються організація технічного обслуговування та ремонту обладнання, що сприяє проведенню ремонтних заходів у оптимальні терміни та строгому дотриманню регламентів технічного обслуговування.

На другому етапі РМЦ виділяють оборотні кошти, розробляють для нього повний перелік техніко-економічних показників, вводять лімітування витрат матеріалів, запасних частин та інших витрат на продукцію й послуги, організовують контроль та облік витрат і досягнутих показників роботи й завершують, таким чином, переведення цеху на повний внутрішньозаводський госпрозрахунок.

При установленні планово-розрахункових цін на продукцію та послуги, що надаються РМЦ іншим цехам підприємства, не слід закладати в них прибуток.

Необхідно пам'ятати, що метою переведення РМЦ на госпрозрахунок є не забезпечення формування у нього прибутку, а зниження витрат на експлуатацію обладнання, які є складовою собівартості продукції підприємства. Крім цього, потрібно зберегти працездатність машин, а також задані показники їх довговічності та безвідмовності. Для забезпечення ефективної роботи РМЦ доцільно закласти у планово-розрахункові ціни відрахування до фонду матеріального заохочення для виплати премій робітникам.

Помилковою є практика керівництва ряду підприємств, яке, з огляду на те, що капітальний ремонт входить у товарну продукцію заводу, здійснюють тиск на СГМ з приводу обов'язкового виконання всіх ремонтів машин, передбачених у плановій графіці та графіку.

Кращою характеристикою діяльності РМЦ є забезпечення останнім високою якості технічного обслуговування та внутрішньоциклових ремонтів, а також ретельного нагляду за дотриманням правил технічної експлуатації, завдяки чому з'являється можливість перенесення капітального ремонту тої чи іншої машини на пізніший термін, ніж це було намічено за річним планом. При цьому відповідність фактичного технічного стану обладнання допустимому, внаслідок чого стало можливим таке перенесення
терміну капітального ремонту, має бути засвідчена рettelною інспекторською перевіркою. У зв’язку із цим, основою госпдоговорів повинні бути тільки місячні плани, що підлягають безумовному виконанню.

6.6. Організація бригад та оплати праці робітників, що здійснюють технічне обслуговування і ремонт машин

Для виконання всіх робіт з технічного обслуговування та ремонту обладнання (окрім переданих СРЗ і окрім ремонту пристосувань, що виконується інструментальним цехом), при РМЦ підприємств 4-ї і вищих груп створюють:

- спеціалізовані бригади з капітального ремонту механічної частини прецизійних та важких машин, обладнання автоматичних ліній, а також машин нормальної точності легкої та середньої категорії, що експлуатуються підприємством у великих кількостях та установлені в декількох цехах;

- комплексні бригади з ремонту та технічного обслуговування механічної, електричної та електронної частин обладнання з ЧПК.

За спеціалізованими бригадами машини закріплюють не за територіальною, а за типовою, групою, типовою й, якщо можливо, за моделлю ознакою [1], що сприяє підвищенню продуктивності праці робітників РМЦ та якості виконання капітального ремонту.

В електролабораторії РМЦ формують комплексні бригади з ремонту та технічного обслуговування обладнання без пристроїв ЧПК, за якими закріплюють окремі виробничі ділянки, проходи або цехи. На великих заводах, що займають велику територію (8-ї й вищих груп), бригади електриків постійно працюють у ЦРБ (КРБ), закріплених за ними цехами під загальним контролем механіків цехів та технічним керівництвом завідувача й майстрів електролабораторії.

У ЦРБ (КРБ) підприємств 4-ї і вищих груп створюють:

- комплексні бригади з ремонту та технічного обслуговування різномодельного обладнання нормальної точності легкої та середньої категорій, експлуатованого у невеликих кількостях або установленого тільки в одному цеху;

- бригади з технічного обслуговування і поточного ремонту тих машин, капітальний ремонт яких виконують спеціалізовані бригади РМЦ.

Закріплення обладнання за бригадами ЦРБ здійснюють за модельно-групою ознакою, створюючи, таким чином, умови для підвищення спеціалізації слюсарів.

Бригади виділяють зі складу підлеглих їм підрозділів необхідне число робітників для виконання планового і непланового технічного обслуговування закріпленого за бригадою обладнання.

Чергові слюсарі періодично змінюються, що дає можливість всьому складу бригади вивчити закріплені за нею машини і забезпечує підвищення кваліфікації робітників.
На підприємствах 1-ї – 3-ї груп для ремонту й технічного обслуговування всіх видів обладнання створюють комплексні бригади, спеціалізуючи їх за типами та групами машин, якщо це доцільно при наявній кількості обладнання того чи іншого типу або моделі.

До складу комплексних бригад включають і електриків. Якщо обсяг роботи менший нормованого виробітку для одного електрика [1] або якщо для її виконання потрібно невелике (менше трьох чоловік) і не ціле (2,5 ÷ 1,5) число робітників, питання укомплектування бригади вирішують, організуючи освоєння електриками суміжної професії слюсаря або навпаки.

Чисельність персоналу спеціалізованих бригад РМЦ з капітального ремонту машин нормальної точності легкої і середньої категорій визначається за нормами Типової системи [1]. Такі бригади можуть забезпечити капітальний ремонт 100 ÷ 110 одиниць установленого обладнання однієї або декількох моделей, одночасно ремонтуючи по дві машини і відновлюючи їх працездатність за час, що не перевищує норм простою [1]. Потрібне число бригад визначають, виходячи з передбаченого річним планом обсягу робіт з капітального ремонту.

Бригади з капітального ремонту прецизійного і важкого обладнання створюють у такому ж чиселному складі. Щоразу при виконанні капітального ремонту прецизійних або важких машин до складу спеціалізованої бригади включають слюсарів з бригади ЦРБ, що виконують технічне обслуговування й поточний ремонт даного обладнання. Кількість слюсарів повинна бути достатньою для забезпечення виконання ремонту у установленний термін, але не більшою 50% чисельності сформованої на час ремонту бригади. Така організація сприяла підвищенню відповідальності бригади ЦРБ за безвідмовну роботу обладнання, що проходить капітальний ремонт й не призводить до труднощів з фінансуванням, оскільки слюсарі всіх ЦРБ одержують заробітну плату в РМЦ.

При необхідності проведення капітального ремонту автоматичної лінії спеціалізовані бригади РМЦ відповідного профілю об'єднують в одну тимчасову бригаду, до складу якої включають бригади ЦРБ (КРБ), що виконують технічне обслуговування й поточний ремонт даної лінії, а також слюсарів або бригади інших цехів у кількості, при якій не порушувався би нормальний процес виконання ремонту та технічного обслуговування іншого обладнання підприємства і разом з тим, ремонт автоматичної лінії був завершений у мінімальному короткому терміні, згідно із попередньо складеним мережним графіком [1]. Ефективним резервом у подібних ситуаціях можуть бути бригади слюсарів з виготовлення спеціального оснащення та нестандартного обладнання.

Число слюсарів у спеціалізованих бригадах РМЦ повинно складати не менше 30% штату тимчасово сформованої бригади.

Комплексні бригади ЦРБ і бригади, що виконують поточні ремонти й технічне обслуговування, доцільно створювати в складі 8 ÷ 10 чоловік (більша кількість – для комплексних бригад). Формування бригад більшої,
ніж вказано чисельність недоцільно, оскільки, по-перше, призводить до зниження матеріальної зацікавленості їх членів у підвищенні продуктивності праці і якості виконання роботи, а по-друге, передбачає збільшення числа моделей обладнання, закріпленних за бригадою, що негативно позначається на якості ремонту та обслуговування.

Зменшення штату бригад до 7 і меншого числа робітників обумовлює зниження їх маневреності та збільшення тривалості простоїв машин в ремонти. Для максимального скорочення простоїв обладнання, пов’язаних з виконанням операцій його технічного обслуговування, доцільно змішувати у часі обідню перерву слюсарів ЦРБ (КРБ) та виробничих робітників і планивати проведення тривалих операцій технічного обслуговування в неробочі зміни та у вихідні дні.

Для скорочення часу простоїв машин у поточних ремонтах треба принаймні частину їх виконувати у вихідні дні. Капітальні ремонти верстатів з ручним керуванням легкої та середньої категорій повинні проводитись без вихідних, а важкого обладнання й автоматичних ліній – у дві або три зміни. При цьому виконання окремих ремонтних операцій або ремонт конкретних складальних одиниць (вузлів) повинні починати й закінчувати одні й ті самі слюсарі для уникнення знесоблювання та зниження якості ремонту.

Вихідні дні для окремих членів бригад слід планувати за спеціальним графіком.

Середній тарифний розряд робітників бригади повинен відповідати середньому тарифному розряду їх виконуваних робіт. У довідкових таблицях Типової системи [1] наведені середні тарифні розряди робітників, що спеціалізуються на ремонті та технічному обслуговуванні обладнання різних видів. Тарифні розряди різних робіт узгоджені з «Єдиним тарифно-кваліфікаційним довідником робіт та професій робітників».

Керівництво підприємства для забезпечення максимальних продуктивності та якості виконання ремонту машин може впровадити ту або іншу систему оплати праці для ремонтних робітників окремих бригад і професій.

Як показав досвід виробництва, найефективнішими системами оплати праці персоналу РМЦ та ЦРБ (КРБ) є такі:
- нормативно-відрядна бригадна – для слюсарів комплексних бригад ЦРБ, що виконують всі види ремонту та технічного обслуговування різноманітного обладнання; для електриків РМЦ, які здійснюють всі види ремонту та технічного обслуговування електричної частини машин різних видів; для комплексних бригад лабораторій з ремонту та технічного обслуговування обладнання з ЧПК;
- відрядно-преміальна індивідуальна – для верстатників РМЦ і ЦРБ, що обслуговують не менше 2000·Rₘ (див. розд. 7.2) установленого обладнання;
- відрядно-преміальна бригадна – для слюсарів спеціалізованих бригад РМЦ з капітального ремонту машин; для слюсарів ЦРБ (КРБ) з поточного ремонту та технічного обслуговування обладнання;
- погодинно-преміальна індивідуальна – для верстатників ЦРБ (КРБ), що обслуговують менше 2000\( R_m \) (див. розд. 7.2) установленого обладнання;
- акордна – для оплати праці робітників при виконанні аварійних робіт, при капітальному ремонту великих машин, що лімітують виробництво, при капітальному ремонті автоматичних ліній.

Обов'язковими умовами ефективного застосування акордної оплати є:
- видача наряду до початку роботи із зазначенням її обсягів та термінів виконання;
- строгий контроль якості виконуваних робіт;
- забезпечення організації робіт, при якій були б відсутні простої робітників.

Преміювання слюсарів-ремонтників устанавливається:
- за виконання місячного плану ремонту для установленої номенклатури машин;
- за скорочення фактичного часу простою обладнання у порівнянні із передбаченим нормами при плановому ремонті;
- за скорочення фактичного часу простою машин у порівнянні із передбаченим нормами при неплановому ремонті за умовою високої якості виконаних робіт;
- за відповідність вимогам фактичного стану обладнання, закріплена за комплексною бригадою.

Верстатники-ремонтники преміюються у таких випадках:
- за виконання місячного плану ремонту машин установленої номенклатури;
- за скорочення фактичного часу простою обладнання у плановому ремонті у порівнянні з терміном, передбаченим планом.

6.7. Передача машин в ремонт і з ремонту

Типова система передбачає певний порядок здавання обладнання в ремонт й приймання його з ремонту. В ремонт і з ремонту машини повинні передаватись у терміни, що установлєні місячним планом-графіком ремонту. У випадку несподіваної відмови обладнання, що вимагає виконання непланового ремонту, складають акт, в якому описують зовнішній прояв несправності, її причину й, у необхідних випадках, вказують винуватців відмови. Такий акт, підписаний начальником і механіком виробничого цеху, є підставою для передачі машини у неплановий ремонт.

Зупинене для капітального або середнього ремонту обладнання повинно бути очищене від бруду й стружки. Масло та ЗОР з баків і резервуа-
рів необхідно обов’язково злити; поверхні ємностей очистити, промити та протерти насухо.

Відповідальність за підготовку машини для передачі в ремонт лежить на адміністрації цеху (начальнику цеху, ділянки, старшому майстру); здійснює підготовку верстатник або оператор обладнання.

При необхідності відправлення обладнання для ремонту на СРЗ його потрібно упакувати в тару, що забезпечить цілісність всіх деталей та вузлів; оброблені та нефарбовані поверхні машини мають бути покритими мастильним або антикорозійним матеріалом. Перед упаковуванням всі рухомі частини обладнання необхідно закріпити у положеннях, при яких воно має найменші габарити.

Відповідальність за підготовку до відправлення машини на СРЗ лежить на механіку цеху та виконується за його замовленням пакувальний цех, ремонтно-будівельною ділянкою або іншим підрозділом підприємства, до штату якого входяті теслі.

Разом з об’єктом ремонту на СРЗ повинна бути відправлена така технічна документація:
- всі документи на обладнання, що прибули разом з ним із заводу-виготовлювача (паспорт, керівництво з експлуатації, заводський акт приймання тощо);
- акт технічного огляду машини перед ремонтом за установленою формою [1];
- відомість комплектування деталей та вузлів, що направляються в ремонт разом з обладнанням.

Електродвигуни, установлені на окремих полозках і з’єднані з машинами за допомогою муфт, пасових, ланцюгових або зубчастих передач, передачі в ремонт не підлягають. Полозки таких електродвигунів, якщо вони потребують ремонту, направляються разом з машинами. Деталі, насаджені на вали окремо установленних електродвигунів (шків, зірки, зубчасті колеса, муфти й т.п.), повинні бути демонтовані, скомплектовані з парними деталями обладнання і відправлені у ремонт разом з ними.

Цілком справні електродвигуни, установлені безпосередньо на машині при відправленні її в ремонт, демонтажу не підлягають. Якщо такі електродвигуни потребують ремонту, вони демонтуються для відправлення до місця свого ремонту, а деталі, насаджені на їх вали, здаються в ремонт разом з машиною. У цьому випадку необхідні випробування обладнання після ремонту проводяться на стенді.

Ремонт універсального приладдя (патронів, центрів, планшайб, револьверних головок, оправок, магазинів, поворотних столів) не входить в обсяг робіт з капітального ремонту машини.

Перед відправленням у ремонт обладнання на місці його установлення піддається зовнішньому огляду для визначення стану та комплектності. Передане в ремонт обладнання може складатись з деталей, що мають різний ступінь зношування, потребують відновлення або заміни, але при
будь-якому їх стані або порушенні правильності взаємодії вузлів ремонтувана машина має бути укомплектована повністю.

Відповідальність за комплектування технічною документацією, що передається разом з обладнанням на СРЗ, а також за виконання його огляду лежить на інспекторській групі ВГМ. Приймання машин у капітальний ремонт здійснюють за актом [1].

Кожна машина, що виходить з капітального ремонту, повинна піддаватись приймальному випробуванню у такій послідовності: зовнішній огляд; випробування на холостому ходу; випробування під навантаженням і в роботі. Металорізальні верстати, крім того, випробовують на точність, жорсткість, вібростійкість та шум [5].

Обладнання, ремонтуване на СРЗ, проходить випробування на заводі-виконавці ремонту, а ремонтуване в РМЦ – на місці експлуатації, після завершення монтажу. Результати випробувань вносять у акт здачі машини з ремонту. За результатами всіх передбачених стандартом випробувань і перевірок, комісія у складі представників цеху-замовника, РМЦ і ВТК вносить в акт приймання обладнання з ремонту висновок про придатність його до експлуатації.

Акт технічного випробування машини [1], підписаний членами комісії, є документом, що засвідчує якість ремонту та гарантуює його відповідність вимогам ТУ.

Обладнання, що пройшло поточний ремонт, піддають зовнішньому огляду, випробуванню на холостому ходу та в роботі. Комісія в складі представників цеху-замовника, РМЦ і ВТК оформлює факт успішного завершення поточного ремонту машин записом у карті обліку ремонтів [1] без складання акту.

6.8. Контроль якості робіт з технічного обслуговування та ремонту машин

Спостереження за станом обладнання, що перебуває в експлуатації, здійснюють чергові слюсарі та механіки цехів. Відповідальність за проведення періодичного контролю технічного стану установлених на підприємстві машин покладена на інспекторську групу ВГМ.

Контроль передбачає:
- перевірку якості технічного обслуговування обладнання операторами (верстатниками), виконання його змащення, чищення, відповідності застосовуваних режимів обробки заданим у картах налагодження;
- з’ясування причин передчасного виходу машин з ладу;
- перевірку якості різального інструмента;
- перевірку правильності виконання процедури передачі обладнання від зміни до зміни, в тому числі дотримання вимог, вказаних у журналі передачі змін.

При порушенні обслуговуючим персоналом правил технічної експлуатації та вимог догляду за обладнанням механік цеху або інспектор
ВГМ вживають необхідні заходи аж до заборони подальшої експлуатації машини.

Здійснення перевірки якості технічного обслуговування обладнання, виконуваного слюсарями, мастильниками, електриками, інженерами з електронної техніки, входить в обов'язки майстра РМЦ або цехового механіка і контролюється інспектором ВГМ.

Перевірку на точність прецизійних машин звичайно проводить контролер ВТК за участю представника цеху, в якому вони змонтовані, а якщо це потрібно — то й у присутності представника вимірювальної лабораторії.

Чисельність контролерів ВТК, необхідних для перевірки якості ремонту обладнання, розраховується за нормами Типової системи [1].

Якість робіт з технічного обслуговування та ремонту машин, закріплених за комплексними бригадами ЦРБ (КРБ), що переведені на нормативно-відрядну оплату праці, контролює інспектор ВГМ за фактичним технічним станом обладнання та числом виконаних непланових ремонтів. Останнє забезпечує матеріальну зацікавленість членів комплексних бригад у зменшенні числа відмов, чого можна досягти тільки за рахунок поліпшення якості проведення ремонтних робіт та виконання операцій технічного обслуговування, а також попередження порушень правил технічного експлуатації з боку виробничого персоналу.

Контроль за числом проведених непланових ремонтів доповнюють вибірковою інспекторською перевіркою окремих верстатів. За основний параметр, що контролюється, приймається середне число умовних дефектів на одиницю обладнання, закріплений за бригадою.

Інспектор здійснює перевірку машин, користуючись типовими картами дефектування [1, 6], у яких перераховані несправності та дефекти, що найчастіше зустрічаються при виконанні ремонтів обладнання даної групи.

Перевірці піддають не менше 60% машин. За її результатами підраховують середнє число відмов, яке береться до уваги при визначенні розмірів премій, що нараховуються персоналу комплексної бригади. Таким чином, забезпечується матеріальна зацікавленість членів ремонтної бригади у постійному підтриманні задовільного технічного стану, закріпленого за нею обладнання.

6.9. Організація технічного діагностування для уточнення тривалості ремонтного циклу машин

Поряд з підвищенням довговічності експлуатованого обладнання ще одним засобом скорочення витрат на його експлуатацію, а також втрат основного виробництва, обумовлених простоями машин при виконанні операцій з підтримання та відновлення їх працездатності, є уточнення термінів виведення обладнання у капітальний ремонт.

Незалежно від нормованої, середньої для різних груп обладнання, тривалості ремонтного циклу окремі машини слід виводити у капітальний ремонт тільки за величинами параметрів їх дійсного технічного стану. Для
точного та швидкого визначення останніх проводять технічне діагностування обладнання.

Під технічним діагностуванням розуміють оцінювання зношування поверхонь тертя окремих деталей машини, а також стану їх з’єднань, яке проводиться у процесі експлуатації обладнання без його розбирання.

Виконання при внутрішньоциклових ремонтах та планових оглядах інструментальних вимірювань фактичних величин зносу робочих поверхонь базових деталей та зіставлення їх з відповідними гранично допустимими значеннями, дозволяють уточнити термін виведення машини у капітальний ремонт.

Економічний ефект при цьому забезпечується в результаті повного використання ресурсу обладнання, що має зносостійкість вищу середньої, а також за рахунок своєчасної підготовки до ремонту машин, зносостійкість яких нижча середньої.
7. Планування робіт з технічного обслуговування та ремонту машин

Норми та положення Типової системи не можуть бути реалізовані без планування:

- завантаження кожної одиниці обладнання (кількості робочих змін, які вона відпрацьовує протягом доби);
- використання фонду календарного та ефективного часу її роботи;
- обсягів робіт з технічного обслуговування та ремонту машин, що визначаються інтенсивністю їх експлуатації;
- розподілення робіт між виконавцями (ЦРБ, КРБ, РМЦ, СРЗ тощо);
- простів обладнання, пов'язаних зі здійсненням його ремонтів та технічного обслуговування;
- трудомісткості виконуваних робіт;
- чисельності робітників, необхідної для їх проведення;
- потреби у матеріалах, запасних частинах, комплектуючих виробах та грошових коштах для виконання даних робіт.

7.1. Облік наявності, руху та використання машин

Обґрунтоване та коректне планування робіт з технічного обслуговування та ремонту обладнання підприємства неможливе без точних даних про його число, склад, ремонтні особливості та інтенсивність використання. При цьому облік кількості та вартості машин є функцією бухгалтерії.

Якщо на підприємстві діє автоматизована система управління технічним обслуговуванням та ремонтом обладнання (АСУТОРО), що є підсистемою АСУП, то у функції СГМ в системі обліку обладнання входить тільки заповнення технічних реквізитів у первинних документах про його надходження, переміщення та вибуття.

Інші відомості про наявність та розподілення по цехах машин з усіма даними, необхідними для планування робіт з їх технічного обслуговування та ремонту, СГМ одержує від обчислювального центра в терміни установлені АСУТОРО.

Якщо ж облік наявності й руху обладнання не автоматизований, то одночасно з оформленням первинних документів, працівники групи обліку БПА ВГМ вносять необхідні супровідні дані в інвентарні книги або карточку, а також у формуляр, що заводиться для кожної машини.

Окрім відомостей, що характеризують ремонтні особливості обладнання, для визначення потрібного йому технічного обслуговування та ремонту БПА ВГМ необхідно мати у свого розпорядженні дані про технічний стан машин. Побічно він може характеризуватись часом (у год), фактично відпрацьованим обладнанням від моменту введення його в експлуатацію або від останнього капітального, середнього чи поточного ремонту. Даний час, як правило, становить тільки невелику частину календарного часу експлуатації машини.
Календарний час зміни (Тм), який для більшості машинобудівних підприємств дорівнює 8 год, складається з оперативного часу роботи обладнання (Тро), підготовчо-заключного часу (Тп), часу простоїв, пов’язаних з необхідністю підтримання або відновлення працездатності машини (Тпп) та часу простоїв з організаційно-технічних причин (Тно).

Складова Тпо може включати час:
- відсутності оператора (робітника), роботи, заготовок, робочого креслення (або з’ясування неясності в ньому), майстра, наладчика, контролера ВТК, електроенергії, інструментів, крана;
- зміни інструмента;
- передачі зміни, підготовки та прибирання робочого місця;
- наднормативного відпочинку та залишення оператором робочого місця.

До складу Тпп входять час проведення всіх видів планових та непланових операцій технічного обслуговування, а також ремонтів, що передбачають зупинки обладнання, незалежно від того, хто є їх виконавцями (робітники СГМ, оператори, наладчики або хтось інший).

До складу Тро входить час на:
- одержання креслень та технологічних карт і ознайомлення з ними;
- налагодження верстатів з подальшим підналагодженням;
- установлення режимів різання;
- установлення та зняття інструмента і пристосування;
- здачу партії оброблених деталей контролеру ВТК.

До складу Тро металорізальних верстатів входить:
- машинний час, тобто час безпосередньої обробки заготовки (різання);
- допоміжний час, що витрачається на підведення інструмента до заготовки та його відведення у вихідне положення, закріплення заготовки і зняття з верстатів обробленої деталі, обмірювання заготовки під час обробки та нормований відпочинок робітника.

Структура оперативного часу роботи (Тро) частини деревообробного та ковальсько-пресового обладнання в основному збігається зі структурою оперативного часу роботи металорізальних верстатів.

При роботі іншої частини деревообробного та ковальсько-пресового обладнання, а також ливарних машин відсутня або є дуже короткочасною та невідокремленою від машинного часу операції підведення та відведення інструмента. Під час функціонування деяких ливарних машин замість закріплення заготовки та зняття деталі виконується операція завантаження і розвантаження машини, тривалість якої враховується у допоміжному часі.

Точне визначення Тро є досить складним. Однак для більшості машин Тро лише незначно відрізняється від часу роботи їх електродвигунів, тобто часу споживання силової електроенергії (Тре), облік якого є відносно простим. У поздовжньо-стругальних, поздовжньо-фрезерних, розточувальних, карусельних та інших верстатів протягом частини часу установлено...
тя, вивірень, закріплення та зняття оброблюваної заготовки електродвигуни не працюють. Те ж саме можна сказати про структуру оперативного часу роботи галтуйвальних барабанів, бігунів, деяких дрібоструминних камер та іншого ливарного обладнання. Протягом даного періоду не працюють і не зношуються механізми вказаних машин. Отже, для них час роботи електродвигунів ще менше, ніж $T_{po}$ відрізняється від фактичного часу роботи, що визначає зміну їх технічного стану.

Тому у Типовій системі для машин з електроприводом як фактично відпрацьований час $T_{po}$ приймається тривалість споживання обладнанням електроенергії (у год).

Для машин з пневмоприводом, що живляться від мережі стисненого повітря, та для машин з ручним приводом також приймають $T_{po} \approx T_{re}$.

Слід однак пам’ятати про те, що на підставі даних про фактично відпрацьованим обладнанням оперативний час здійснюється лише попереднє планування термінів його ремонту та технічного обслуговування для розрахунку необхідної чисельності ремонтників, складання заявок на матеріали та визначення суми витрат на підтримання та відновлення працездатності обладнання. Що стосується виведення окремих машин у капітальний ремонт, то остаточне рішення про його здійснення слід приймати тільки залежно від дійсного технічного стану обладнання (з врахуванням їх фактичних продуктивності та точності) і незалежно, від запланованої (середньої для даної групи машин) тривалості ремонтного циклу.

Використання для планування ремонту та технічного обслуговування даних про календарний час роботи обладнання призводить до різкого завищення їх розрахункової трудомісткості та матеріаломісткості, а також грошових витрат потрібних для реалізації запланованих заходів в порівнянні з дійсним технічним станом обладнання (з врахуванням їх фактичних продуктивності та точності) і незалежно, від запланованої (середньої для даної групи машин) тривалості ремонтного циклу.

У зв’язку із цим, невідкладним завданням механіків підприємств машинобудівної галузі є організація обліку фактично відпрацьованого обладнанням оперативного часу, для здійснення якого у Типовій системі на ведені всі необхідні норми.

Облік фактично відпрацьованого машинами оперативного часу може бути забезпечений з використанням трьох основних способів:

- за даними, які щомісяця збираються відділом праці та заробітної плати підприємства про число годин, фактично відпрацьованих робітниками (по цехах), кількість нормованих годин та закритих даним підрозділом за місяць нарядів;

- за змінними рапортами майстрів про число годин, відпрацьованих кожною одиницею обладнання;

- за показаннями лічильників часу роботи або витрат електроенергії, установленних на машинах.

Найдосконалішім є облік тривалості роботи обладнання за показаннями лічильників часу, що вмикаються в електричне коло живлення його
електродвигунів. Показання таких лічильників не вимагають додаткової математичної обробки. Працівники групи обліку БПА ВГМ щомісяця запишують їх у відповідні відомості [1], а з них розносять у відомості обліку часу роботи машин [1], що є розділами їх формуларів.

Слід однак мати на увазі, що показання лічильників витрат енергії потребують тарування, яке здійснюється при паралельному підключенні лічильника до кожної машини, що була тільки що установлена або пройшла капітальний ремонт на 25 ÷ 30 годин її фактичної роботи. Надалі при внесені у формуляри показань лічильників витрати електроенергії необхідно переводити у години оперативного часу роботи обладнання шляхом розділення на коефіцієнт відношення витрат електроенергії (кВт·год) до часу роботи (год), визначеного при таруванні. Основним недоліком даного способу є дещо більше, ніж при реалізації інших способів завантаження працівників СГМ, що частково окупається, оскільки у випадку використання лічильників можна більш раціонально з врахуванням коефіцієнта попиту організувати технічне обслуговування та ремонт електродвигунів машин. При наявності АСУТОРО вказані витрати часу апарата СГМ зменшуються вдвічі.

Облік фактично відпрецьованого обладнанням часу за змінними р-портами майстрів не може претендувати на високу точність, оскільки майстри віднімають тривалість простоїв машин від часу зміни (Tzm), як правило, по пам'яті і звичайно схилюють тривалість простоїв за організаційно-технічними причинами, а підготовчо-заключний час – відносно до часу роботи обладнання. Механіки цехів повинні відповідно інструктувати майстрів щодо методики правильного визначення Tро і перевіряти всі змінні рапорти. Використання останніх може бути рекомендовано лише тимчасово, до оснащення машин лічильниками часу або витрат електроенергії.

Облік часу, фактично відпрецьованого обладнанням, за даними, що збираються відділом праці та заробітної плати, є наявним й досить точним, оскільки дозволяє визначити лише сумарний час роботи всіх машин, на яких працюють робітники основного виробництва або верстатники ЦРБ. Між окремими одиницями обладнання сумарний час розподіляють із неминучим неточностями. Однак навіть і таке наближене визначення часу, фактично відпрецьованого машинами, дозволяє суттєво уточнити терміни виконання окремих операцій технічного обслуговування та ремонту, а отже й підвищити ефективність застосування Типової системи.

Перевагою проаналізованого останнім способу є наявність на більшості підприємств необхідних для його реалізації вихідних даних, а також інструкції з обробки останніх, що дозволяє без особливих утруднень застосувати даний спосіб.
7.2. Планування обсягів робіт з технічного обслуговування та ремонту машин

Визначення обсягів робіт з технічного обслуговування та ремонту обладнання є однією з основних задач ВГМ, яка повинна розв’язуватися на основі даних про завантаження машин виконанням виробничої програми на планований період часу.

За шість місяців до початку планованого року для всієї номенклатури обладнання підприємства здійснюють розрахунок потреби у капітальному ремонті. При цьому планування використання машин виконують з врахуванням даних про час, який вони фактично відпрацювали у попередньому році.

Відомість капітальних ремонтів, що будуть проводитись на СРЗ, подібні з виконавцем, після чого укладають з ним договір, який є підставою для виділення даних ремонтів з річних планів відповідних цехів у окремий план. У листопаді-грудні уточнюють терміни капітального ремонту кожної машини і погоджують їх з СРЗ.


Нижче наведена послідовність укладання річного плану-графіка з технічного обслуговування і ремонту одиниці обладнання ділянки механообробного цеху [2].

Вихідними даними для визначення основних планових показників роботи підприємства є: модель машини; марка матеріалу оброблюваної на неї заготовки; оперативний час $T_{рк}$ фактично відпрацьований обладнанням від останнього капітального ремонту до початку планованого року; оперативний час $T_{рп}$ від останнього внутрішньоциклового ремонту – середнього або поточного, що був виконаний після капітального ремонту, до початку планованого року; заплановані зміни та оперативний час роботи машини $T_{рп} у планованому році; оперативний час $T_{кз}$, фактично відпрацьований обладнанням від капітального до останнього поточного ремонту або огляду, при виконанні якого вимірювався знос виконавчих поверхонь базових деталей; величина зносу $i_{рп}$ відносно гранично допустимого зносу $i_{рп} = 1$ за час $T_{кз}$.

1. У табл. 7.1 вносяться вказані вище вихідні дані.

2. Визначається оперативний час $T_{кп}$ роботи машини від останнього КР до кінця планованого року, а також від останнього СР або ПР, виконаного після КР, до кінця планованого року – $T_{вп}$

$$T_{кп} = T_{рк} + T_{рп}, \quad (7.1)$$

$$T_{вп} = T_{рп} + T_{рп}. \quad (7.2)$$
Таблиця 7.1

Вихідні дані для виконання планування обсягів робіт з технічного обслуговування та ремонту одиниці основного обладнання ділянки механообробного цеху

<table>
<thead>
<tr>
<th>Модель обладнання, марка матеріалу заготовки</th>
<th>$T_{Рк}$, год.</th>
<th>$T_{Рв}$, год.</th>
<th>Змінність роботи</th>
<th>$T_{Рв}$, год.</th>
<th>$T_{Кз}$, год.</th>
<th>i</th>
</tr>
</thead>
</table>

3. За даними табл. 7.2 для одиниці обладнання знаходяться тривалості ремонтного циклу $T_{нр}$ та міжремонтного періоду $T_{мр}$ [1]. При цьому враховується, що на даній машині у планованому і попередньому роках обробляються заготовки з матеріалів, що відносяться до різних класифікаційних категорій — „Сталь” та „Інші матеріали”. У зв’язку з цим, $T_{нр}$ і $T_{мр}$ обчислюють за формулами

$$T_{нр} = [1 - (T_{Рк} / T_{нр0})]T_{нр1} + T_{Рк}$$  \hspace{1cm} (7.3)

$$T_{мр} = [1 - (T_{Рв} / T_{мр0})]T_{мр1} + T_{Рв},$$  \hspace{1cm} (7.4)

де $T_{нр1}$ і $T_{мр1}$ — тривалості ремонтного циклу і міжремонтного періоду, визначені за табл. 7.2 для умов планованого року;

$T_{нр0}$ і $T_{мр0}$ — аналогічні параметри, визначені для умов попереднього року.

Таблиця 7.2

<table>
<thead>
<tr>
<th>Обладнання</th>
<th>Оброблюваний матеріал</th>
<th>Матеріал різальної частини інструмента</th>
<th>Тривалість ремонтного циклу</th>
<th>Тривалість міжремонтного періоду</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Клас точності</td>
<td>Категорія (в т)</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>H</td>
<td>До 10</td>
<td>Сталь</td>
<td>Метал Абразив</td>
<td>16800</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>13440</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>Інші матеріали</td>
<td>Метал Абразив</td>
<td>12600</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>10080</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>10 ÷ 100</td>
<td>Сталь</td>
<td>Метал Абразив</td>
<td>22680</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>18140</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>Інші матеріали</td>
<td>Метал Абразив</td>
<td>17010</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>13610</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>&gt;100</td>
<td>Сталь</td>
<td>Метал Абразив</td>
<td>28560</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>22850</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>Інші матеріали</td>
<td>Метал Абразив</td>
<td>21420</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>17140</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Продовження табл. 7.2

<table>
<thead>
<tr>
<th>Обладнання</th>
<th>Оброблюваний матеріал</th>
<th>Матеріал різальної частини інструмента</th>
<th>Тривалість, год</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Клас точн. нос.</td>
<td></td>
<td>ремонтного циклу</td>
<td>міжремонтного періоду</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>П, В</td>
<td>До 10</td>
<td>Сталь</td>
<td>Метал Абразив</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>Інші матеріали</td>
<td>Метал Абразив</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>10 ÷ 100</td>
<td>Сталь</td>
<td>Метал Абразив</td>
<td>34020</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>Інші матеріали</td>
<td>Метал Абразив</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>&gt;100</td>
<td>Сталь</td>
<td>Метал Абразив</td>
<td>42840</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>Інші матеріали</td>
<td>Метал Абразив</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

4. Визначають потребу у проведенні КР за умовою $T_{kp} > T_{pr}$. При виконанні умови – КР потрібний, при невиконанні – непотрібний.

5. Якщо потреба у КР установлена, час (місяць і декаду) його виконання визначають за формулою

$$\frac{(T_{pr} - T_{rp})}{12} < N_{mr}.$$  \quad (7.5)

Ціла частина $N_{mr}$ визначає номер місяця зупинки обладнання на ремонт, дробова частина – номер декади зупинки. Якщо обчислена дробова частина менша 0,33 – ремонт повинен бути виконаний у І-й декаді, якщо вона знаходиться у межах 0,33 ÷ 0,66 – в ІІ-й декаді, якщо перевищує 0,66 – в ІІІ-й декаді.

6. Установлюють потребу у СР або ПР за умовою

$$T_{vp} > T_{mr}.$$  \quad (7.6)

7. Визначають час виконання першого СР або ПР за формулою

$$\frac{(T_{mr} - T_{rp})}{12} < N_{mr}.$$  \quad (7.7)

8. Виконання діагностичних процедур [5] під час ПР та повних планових оглядів дозволяє точніше визначити, яке обладнання потребує КР протягом планованого року. Для цього враховують $T_{kp}$ – оперативний час, фактично відпрaterialьований машиною від КР до останнього ПР або огляду, при виконанні якого вимірювався знос виконавчих поверхонь базових деталей, а також величину зносу $i$ відносно гранично допустимого зносу $i_{gr} = 1$ за час $T_{kp}$ (див. табл. 7.1)
Потреба у КР з врахуванням результатів діагностичних процедур установлюється за умовою

$$(i_{пр} - i)T_{кз}/i < T_{кп} - T_{кз}.$$  

(7.8)

9. Обчислюється місяць виведення машини у КР

$$[(i_{пр} - i)T_{кз}/i - T_{рк} + T_{кз}]12/T_{рп} < N_{мр}.$$  

(7.9)

10. Отримані дані порівнюються із результатами виконання пунктів 4, 5 даної методики.

11. Результати планування обсягів робіт з ремонту обладнання зводяться до табл. 7.3.

Таблиця 7.3

<table>
<thead>
<tr>
<th>Таблиця 7.3</th>
<th>Основні показники планування обсягів робіт з ремонту одиниці обладнання</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Т_пр, год</td>
<td>Т_мр, год</td>
</tr>
<tr>
<td>Т_мр, год</td>
<td>Номер місяця (N_мк) і декади (N_дк) виведення машини у КР</td>
</tr>
<tr>
<td>N_мр, год</td>
<td>N_дв, год</td>
</tr>
<tr>
<td>N_мв, год</td>
<td>N_дв, год</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Планування технічного обслуговування здійснюється після уточнення термінів виведення обладнання в ремонт.

12. Визначають тривалість $T_{цо}$ циклу технічного обслуговування та плановане число годин $T_{рд}$ (оперативний час) роботи машини протягом доби

$$T_{цо} = T_{пр}/(n_{пр} + 1),$$  

(7.10)

de $n_{пр}$ – число внутрішньоциклових ремонтів за табл. 7.4 [1]

$$T_{рд} = T_{рп}/n_{др},$$  

(7.11)

de $n_{др}$ – кількість робочих днів у планованому році (у 2006 р. – 250).

13. При плануванні технічного обслуговування на виробництві за даними карт планового технічного обслуговування (документ у складі супровідної технічної документації до кожної одиниці обладнання) для операцій: періодичний частковий огляд (О_ч), плановий огляд (О), перевірка геометричної та технологічної точності (П_т), профілактичні випробування електричної та електронної частин машини (В_ел, В_ел) – знаходять число однорічних операцій $n_{пр}$, що виконуються за час $T_{пр}$; а для операцій: повнє обтягування кріпильних деталей (Р), промивання (П_п), періодичне очищення від пилу
електричної та електронної частин обладнання ($\mathbf{Ч}_e, \mathbf{Ч}_c$) – визначають найбільшу допустиму тривалість міжоперацийних періодів $\text{max}T_{\text{мо}}$. На основі даних величин карт планового технічного обслуговування обчислюють величини міжоперацийних періодів обслуговування $T_{\text{мо}}$ [1].

Таблиця 7.4

<table>
<thead>
<tr>
<th>Обладнання</th>
<th>Категорія (в т)</th>
<th>Структури ремонтних циклів</th>
<th>Число ремонтів у циклі середніх</th>
<th>Число ремонтів у циклі поточних</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Н</td>
<td>&lt;10</td>
<td>КР-ПР-ПР-СР-ПР-ПР-КР або КР-ПР-ПР-ПР-ПР-КР</td>
<td>1</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>10 ÷ 100</td>
<td>КР-ПР-ПР-СР-ПР-ПР-КР або КР-ПР-ПР-ПР-ПР-ПР-КР</td>
<td>1</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>&gt;100</td>
<td>КР-ПР-ПР-СР-ПР-ПР-КР або КР-ПР-ПР-ПР-ПР-ПР-ПР-КР</td>
<td>1</td>
<td>4</td>
</tr>
</tbody>
</table>

При використанні даної методики значення $T_{\text{мо}}$ для всіх одинадцяти операцій технічного обслуговування можна знайти, виходячи із визначенних за табл. 7.5 $\text{max}T_{\text{мо}}$. Дійсне значення $T_{\text{мо}}$ повинно бути найближчим меншим для табличної величини $\text{max}T_{\text{мо}}$, на яке без залишку ділиться тривалість циклу технічного обслуговування $T_{\text{пд}}$.

14. Знайда́йте календарну тривалість міжоперацийних періодів $t_{\text{мо}}$ у робочих днях (доях) за формулою

$$t_{\text{мо}} = T_{\text{мо}} / T_{\text{рд}}.$$  

(7.12)

15. Для визначення дати операції технічного обслуговування певного виду, що підлягає виконанню у період часу від початку планованого року до планованого ремонту, до величини $t_{\text{мо}}$ для даної операції додають кількість робочих днів $t_{\text{рк}}$ від початку планового ремонту до кінця місяця, в якому він запланований. Величина $t_{\text{рк}}$ залежить від номера декади початку ремонту [1]:

63
Вид планованого ремонту | Декада початку ремонту | \( t_{рк}, \) робочі дні
--- | --- | ---
КР, СР, ПР | І | 17
 | ІІ | 10
 | ІІІ | 3

Таблиця 7.5

Періодичність проведення операцій планового технічного обслуговування металорізальних верстатів

<table>
<thead>
<tr>
<th>Обладнання</th>
<th>Найбільша допустима тривалість міжопераційних періодів</th>
<th>( \text{max} T_{мо}, \text{ год.} )</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>Клас</td>
<td>Категорія (в т)</td>
</tr>
<tr>
<td>Н</td>
<td>До 10</td>
<td>40</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>10 ÷ 100</td>
<td>80</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>&gt;100</td>
<td>90</td>
</tr>
<tr>
<td>П, В</td>
<td>До 10</td>
<td>60</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>10 ÷ 100</td>
<td>80</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>&gt;100</td>
<td>100</td>
</tr>
</tbody>
</table>

У верхній частині табл. 7.6 вказана кількість робочих днів від початку будь-якого місяця до кінця року – \( \Sigma t_n \). У даній частині таблиці необхідно спочатку знайти стовпець з номером місяця, в якому запланований початок ремонту. Далі в рядку, в якому знаходиться нижня цифра стовпця, ліворуч від неї, потрібно відшукати число – \( \Sigma t_n \), що є найближчим більшим суми \( t_{мо} + t_{рк} \). Номер стовпця, в якому знаходиться знайдене \( \Sigma t_n \) визначає номер місяця виконання останньої операції технічного обслуговування, що проводиться перед ремонтом. Номер декади виконання даної операції установлюють, порівнюючи \( \Sigma t_n \) з \( t_{мо} + t_{рк} \):

<table>
<thead>
<tr>
<th>Якщо ( [\Sigma t_n – (t_{мо} + t_{рк})]/7 )</th>
<th>Операція технічного обслуговування повинна бути виконана</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>&lt;1</td>
<td>у І-й декаді</td>
</tr>
<tr>
<td>1-2</td>
<td>у ІІ-й декаді</td>
</tr>
<tr>
<td>&gt;2</td>
<td>у ІII-й декаді</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Задаються певною датою виконання останньої операції у визначеному місяці та його декаді (ця дата не повинна бути вихідним або святковим днем).

Далі проводять відлік відповідного значення \( t_{мо} \) від дати проведення останньої операції і визначають дату виконання передостанньої однойменної операції і т.д. до початку планованого року.
Таблиця 7.6

Таблиця для визначення дат виконання операцій планового технічного обслуговування

Технічне обслуговування до планового ремонту

<table>
<thead>
<tr>
<th>Місяці</th>
<th>I</th>
<th>II</th>
<th>III</th>
<th>IV</th>
<th>V</th>
<th>VI</th>
<th>VII</th>
<th>VIII</th>
<th>IX</th>
<th>X</th>
<th>XI</th>
<th>XII</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Кількість робочих днів у місяцях (на 2006 р.)</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>20</td>
<td>22</td>
<td>19</td>
<td>20</td>
<td>20</td>
<td>21</td>
<td>22</td>
<td>21</td>
<td>22</td>
<td>22</td>
<td>22</td>
<td>21</td>
</tr>
<tr>
<td>Кількість робочих днів від початку місяців до кінця року – Σтп</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>250</td>
<td>230</td>
<td>210</td>
<td>188</td>
<td>169</td>
<td>149</td>
<td>129</td>
<td>108</td>
<td>86</td>
<td>65</td>
<td>44</td>
<td>22</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>229</td>
<td>209</td>
<td>189</td>
<td>167</td>
<td>148</td>
<td>128</td>
<td>108</td>
<td>87</td>
<td>65</td>
<td>43</td>
<td>22</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>207</td>
<td>187</td>
<td>167</td>
<td>145</td>
<td>126</td>
<td>106</td>
<td>86</td>
<td>65</td>
<td>43</td>
<td>22</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>185</td>
<td>165</td>
<td>145</td>
<td>123</td>
<td>104</td>
<td>84</td>
<td>64</td>
<td>43</td>
<td>22</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>164</td>
<td>144</td>
<td>124</td>
<td>102</td>
<td>83</td>
<td>63</td>
<td>43</td>
<td>22</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>142</td>
<td>122</td>
<td>102</td>
<td>80</td>
<td>61</td>
<td>41</td>
<td>21</td>
<td>20</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>121</td>
<td>101</td>
<td>81</td>
<td>61</td>
<td>40</td>
<td>20</td>
<td>19</td>
<td>18</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>101</td>
<td>81</td>
<td>61</td>
<td>41</td>
<td>20</td>
<td>19</td>
<td>18</td>
<td>17</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>81</td>
<td>61</td>
<td>41</td>
<td>20</td>
<td>19</td>
<td>18</td>
<td>17</td>
<td>16</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>62</td>
<td>42</td>
<td>22</td>
<td>20</td>
<td>19</td>
<td>18</td>
<td>17</td>
<td>16</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>40</td>
<td>20</td>
<td>19</td>
<td>18</td>
<td>17</td>
<td>16</td>
<td>15</td>
<td>14</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>56</td>
<td>40</td>
<td>32</td>
<td>20</td>
<td>19</td>
<td>18</td>
<td>17</td>
<td>16</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Технічне обслуговування після планового ремонту

<table>
<thead>
<tr>
<th>Місяці</th>
<th>I</th>
<th>II</th>
<th>III</th>
<th>IV</th>
<th>V</th>
<th>VI</th>
<th>VII</th>
<th>VIII</th>
<th>IX</th>
<th>X</th>
<th>XI</th>
<th>XII</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Кількість робочих днів у місяцях (на 2006 р.)</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>20</td>
<td>22</td>
<td>19</td>
<td>20</td>
<td>20</td>
<td>21</td>
<td>22</td>
<td>21</td>
<td>22</td>
<td>22</td>
<td>22</td>
<td>21</td>
</tr>
<tr>
<td>Кількість робочих днів від кінця місяців до початку року - Σтк</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>40</td>
<td>62</td>
<td>81</td>
<td>101</td>
<td>121</td>
<td>142</td>
<td>164</td>
<td>185</td>
<td>207</td>
<td>229</td>
<td>250</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>40</td>
<td>62</td>
<td>81</td>
<td>101</td>
<td>121</td>
<td>142</td>
<td>164</td>
<td>185</td>
<td>207</td>
<td>229</td>
<td>250</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>40</td>
<td>62</td>
<td>81</td>
<td>101</td>
<td>121</td>
<td>142</td>
<td>164</td>
<td>185</td>
<td>207</td>
<td>229</td>
<td>250</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>40</td>
<td>62</td>
<td>81</td>
<td>101</td>
<td>121</td>
<td>142</td>
<td>164</td>
<td>185</td>
<td>207</td>
<td>229</td>
<td>250</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>40</td>
<td>62</td>
<td>81</td>
<td>101</td>
<td>121</td>
<td>142</td>
<td>164</td>
<td>185</td>
<td>207</td>
<td>229</td>
<td>250</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>40</td>
<td>62</td>
<td>81</td>
<td>101</td>
<td>121</td>
<td>142</td>
<td>164</td>
<td>185</td>
<td>207</td>
<td>229</td>
<td>250</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>40</td>
<td>62</td>
<td>81</td>
<td>101</td>
<td>121</td>
<td>142</td>
<td>164</td>
<td>185</td>
<td>207</td>
<td>229</td>
<td>250</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>40</td>
<td>62</td>
<td>81</td>
<td>101</td>
<td>121</td>
<td>142</td>
<td>164</td>
<td>185</td>
<td>207</td>
<td>229</td>
<td>250</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>40</td>
<td>62</td>
<td>81</td>
<td>101</td>
<td>121</td>
<td>142</td>
<td>164</td>
<td>185</td>
<td>207</td>
<td>229</td>
<td>250</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>40</td>
<td>62</td>
<td>81</td>
<td>101</td>
<td>121</td>
<td>142</td>
<td>164</td>
<td>185</td>
<td>207</td>
<td>229</td>
<td>250</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>40</td>
<td>62</td>
<td>81</td>
<td>101</td>
<td>121</td>
<td>142</td>
<td>164</td>
<td>185</td>
<td>207</td>
<td>229</td>
<td>250</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>40</td>
<td>62</td>
<td>81</td>
<td>101</td>
<td>121</td>
<td>142</td>
<td>164</td>
<td>185</td>
<td>207</td>
<td>229</td>
<td>250</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

16. Для визначення дати першої після планованого ремонту операції технічного обслуговування будь-якого виду необхідно спочатку додати її tмо до кількості робочих днів tпр від початку місяця, в якому запланований
ремонт, до кінця ремонту, що залежить від виду ремонту і номера декади його початку [1]:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Вид планованого ремонту</th>
<th>Планована декада початку ремонту</th>
<th>( t_{пр} ), робочі дні</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>КР</td>
<td>І, ІІ, ІІІ</td>
<td>16, 23, 30</td>
</tr>
<tr>
<td>СР</td>
<td>І, ІІ, ІІІ</td>
<td>8, 17, 25</td>
</tr>
<tr>
<td>ПР</td>
<td>І, ІІ, ІІІ</td>
<td>6, 13, 20</td>
</tr>
</tbody>
</table>

У нижній половині табл. 7.6, що містить кількість \( \Sigma t_k \) робочих днів від кінця будь-якого місяця до початку року, знаходять стовпець з номером місяця, в якому запланований ремонт. Праворуч від нижньої цифри у даному стовпці, в рядку, в якому вона знаходиться, шукають число \( \Sigma t_k \), що є найближчим більшим, ніж \( t_{мо} + t_{пр} \). Номер стовпця, в якому знаходиться знайдене \( \Sigma t_k \), і номером місяця виконання першої після ремонту операції технічного обслуговування. Номер декади проведення даної операції визначають з умови:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Якщо ([\Sigma t_k - (t_{мо} + t_{пр})]/7)</th>
<th>Операція технічного обслуговування по- винна бути виконана</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>&lt;1</td>
<td>у ІІІ-й декаді</td>
</tr>
<tr>
<td>1-2</td>
<td>у ІІ-й декаді</td>
</tr>
<tr>
<td>&gt;2</td>
<td>у І-й декаді</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Задаються будь-якою датою виконання першої після планованого ремонту операції з врахуванням визначених номерів місяця та декади її проведення (потрібно, щоб ця дата не була вихідним або святковим днем).

Враховуючи відповідне значення \( t_{мо} \), визначають дати 2-ї, 3-ї і наступних після ремонту однієї із операцій, до кінця планованого року.

17. Число планових операцій кожного виду у кожній декаді кожного місяця планованого року вносять у план-графік (табл. 7.7), вказуючи також символи операцій та номери декад, наприклад, 3, P, I або 2, Z, II.

Таблиця 7.7

<table>
<thead>
<tr>
<th>Місяць</th>
<th>I</th>
<th>II</th>
<th>III</th>
<th>IV</th>
<th>V</th>
<th>VI</th>
<th>VII</th>
<th>VIII</th>
<th>IX</th>
<th>X</th>
<th>XI</th>
<th>XII</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Символи операцій, їх число та декади проведення</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

7.3. Одиниця ремонтоскладності машин

Обсяг ремонтних робіт у планованому році визначають у фізичних одиницях. Для порівняння фізичних обсягів робіт, виконуваних при ремонті різних машин, обсяг робіт окремих цехів або підприємств, а також
для зіставлення обсягів робіт, проведених цехом або підприємством протягом ряду років необхідна певна стандартизована стабільна у часі одиниця, що установлена для ряду основних організаційно-технічних умов виконання ремонту. Данна одиниця називається стабільною одиницею ремонтоскладності.

Одинація ремонтоскладності механічної частини $r_m$ – це ремонтоскладність певної умовної машини, трудомісткість капітального ремонту механічної частини якої, що відповідає за обсягом та якістю вимогам ТУ на ремонт, дорівнює 50 годинам при незмінних організаційно-технічних умовах середнього РМЦ машинобудівного підприємства.

Одинація ремонтоскладності електричної частини $r_e$ – це ремонтоскладність певної умовної машини, трудомісткість капітального ремонту електричної частини якої, що відповідає за обсягом та якістю вимогам ТУ на ремонт і дорівнює 12,5 години при таких же самих умовах, що й $r_m$. Обсяг робіт, що підлягає виконанню при капітальному ремонті механічної та електричної частин будь-якої машини при незмінних умовах і який може бути ізчисленний числом одиниць ремонтоскладності, що залежить тільки від його конструктивних та технологічних особливостей, називається стабільною ремонтоскладністю даної машини і позначається відповідно $R_m$ та $R_e$.

Механічна частина машин у загальному випадку може складатись з кінематичної, гідравлічної та пневматичної систем, ремонтоскладність яких позначають відповідно $R_k$, $R_t$, $R_p$. Таким чином,

$$R_m = R_k + R_t + R_p.$$  \hfill (7.13)

Електрична частина машин складається з електроапаратів, приладів та проводки, ремонтоскладність яких позначають $R_a$, а також електродвигунів з ремонтоскладністю $R_d$:

$$R_e = R_a + R_d.$$  \hfill (7.14)

Ремонтоскладність машини у загальному випадку залежить від її конструктивних (компонування, кінематична схема, будова механізмів, маса тощо) та технологічних (параметри точності, ремонтопридатність) особливостей. Вихідними даними для визначення ремонтоскладності різних моделей обладнання є його технічні характеристики, що наводяться у паспортах.

Для моделей, що випускаються серійно у довідкових таблицях Типової системи вказані величини стабільної ремонтоскладності механічної та електричної частини або емпіричні формулі для їх розрахунку.

Залежно від ремонтоскладності обладнання визначається плановий час його простою у ремонті, відлік якого проводиться від моменту зупинки машини на ремонт і до моменту приймання її з ремонту контролером ВТК. Так, номінальний час, потрібний для здійснення капітального ремонту об-
ладання розраховується зі співвідношення 1 робочий день на одиницю ремонтоскладності; для проведення середнього ремонту – 0,6 робочого дня на одиницю ремонтоскладності; для поточного ремонту – 0,25 робочого дня. Наведені норми використовуються для планування ремонту, що вико-
нується при однозмінному режимі роботи ремонтних бригад. При цьому змінність роботи машини до її зупинки на ремонт може не враховуватись.

Планований обсяг робіт капітального та поточного ремонтів облад-
нання в \( R_m \) та \( R_e \) вказують у річних планах-графіках, підготовлених за установленими формами [1].

Для спрощення планових розрахунків доцільно обсяг робіт при ви-
конанні поточного та середнього ремонтів механічної частини обладнання в \( R_m \), а також обсяги робіт при капітальному і поточному ремонтах електричної частини машини в \( R_e \) привести до еквівалентного за трудомісткістю обсягу робіт при капітальному ремонти механічної частини в \( R_{pr} \).

\( R_{pr} \) – це приведена ремонтоскладність різних видів ремонту механічної та електричної частин обладнання, що виражена в одиницях ремонтоскладності капітального ремонту механічної частини машини. Для розраху-
нку \( R_{pr} \) використовують коефіцієнти переведення.

1. Коефіцієнти відношення обсягів робіт при поточному та серед-
ньому ремонтах механічної частини до обсягу робіт при капітальному ре-
монти цієї ж самої частини \( K_{pm} = 0,12; K_{cm} = 0,18 \).

2. Коефіцієнт відношення обсягу робіт при поточному ремонті елек-
тричної частини до обсягу робіт при капітальному ремонті цієї ж самої ча-
стини \( K_{pe} = 0,12 \).

3. Коефіцієнт відношення обсягу робіт при капітальному ремонті елек-
тричної частини до обсягу робіт при капітальному ремонті механічної частини \( K_{em} = 0,25 \).

Застосування коефіцієнтів переведення спрощує розрахунок сумар-
ного обсягу робіт за річним планом-графіком ремонтів.

Під час складання останнього необхідно враховувати, що й при най-
кращій організації технічного обслуговування та ремонту необхідність ви-
конання непланових ремонтів не може бути повністю усунута. Ігнорування необхідності виконання непланових ремонтів утруднює щомісячне уточ-
нення річного плану і ускладнює його виконання. У зв'язку із цим, при розробці річного плану-графіка в ньому враховують трудомісткість вико-
нання непередбачених ремонтних робіт у розмірі 5% від їх загального об-
сягу.

Усунення потоку відмов ПЧПК можна розглядати як виконання не-
планових поточних ремонтів, трудомісткість яких у плані виразити еквіва-
лентною кількістю одиниць ремонтоскладності механічної частини облад-
нання під час її поточного ремонту. Даний обсяг робіт вносять окремим
рядком у річний план-графік з рівномірним розподіленням його по міся-
цях.
У ході виконання річного плану можуть виникати ті чи інші непредбачені обставини, що обумовлює необхідність зміни попередньо намічених термінів зупинення окремих машин на ремонт, а також термінів його завершення. До таких обставин відносять:
- невідповідність фактичного часу роботи обладнання запланованому;
- невідповідність марки фактично оброблюваного матеріалу прийнятій за річним планом (тільки для металорізальних верстатів);
- невідповідність зміни технічного стану фактично відпрацьованому машиною часу;
- недоукомплектування розрахованої за річним планом потрібної чисельності ремонтників;
- виконання непередбачених планом аварійних робіт в обсягах, що перевищують заплановану додаткову трудомісткість;
- зреві термінів постачання запасних частин спеціалізованого виготовлення й т.п.

У зв'язку із цим необхідне оперативне уточнення річного плану, що здійснюється при складанні місячних планів, які можуть передбачати:
- доцільну зміну термінів виведення в ремонт окремих машин за даними обліку фактично відпрацьованого ними часу (рідше у випадках обробки на них заготовок з матеріалів не тих марок, що намічались у річному плані);
- доцільна заміна одних видів ремонту іншими за даними діагностичних перевірок технічного стану обладнання;
- обґрунтоване перенесення термінів ремонту, перерозподілення їх між ЦРБ окремих цехів та РМЦ і заміна одних ремонтних робіт (в тому числі операцій з виготовлення деталей) іншими.

БПА розробляє місячні плани ремонту за тою ж самою методикою (див. розд. 7.2), що і річний план, але за п'ять-сім днів до початку кожного місяця. Місячний план дозволяє уточнити обсяги робіт на відповідний термін, а також потрібну для їх виконання чисельність робітників.

При зміні завантаження обладнання виконання окремих операцій технічного обслуговування повинне здійснюватись через те ж саме число годин його фактичної роботи, яке було передбачено в річному плані графіку. При зміні марки, оброблюваного на металорізальних верстатах матеріалу, проводять перерахунок тривалості циклу технічного обслуговування та міжопераційних періодів для всіх операцій.

Для раціоналізації організації ремонту та технічного обслуговування необхідне уточнення термінів виконання всіх робіт, передбачених Типовою системою. Таке уточнення, не дивлячись на пов’язане з ним ускладнення планування, є передумовою скорочення витрат на функціонування обладнання, а також втрат основного виробництва.

Скоротити трудомісткість виконання уточнених планових розрахунків і одночасно зберегти економічний ефект, що забезпечується завдяки їх
виокремлення, можна тільки на основі автоматизації планування. Тому наявність на підприємстві АСУТОРО стає однією з найважливіших умов ефективності практичної реалізації положень Типової системи.

7.4. Планування трудомісткості робіт та чисельності робітників для технічного обслуговування і ремонту машин. Уточнення розподілення робіт по місяцях

Після визначення річних обсягів ремонтних робіт з підтриманням та відновлення працездатності і справності обладнання, а також розподілення робіт по місяцях, необхідно перевірити рівномірність щомісячного завантаження ремонтників та обладнання ремонтної служби.

З цією метою розраховують трудомісткість всіх робіт для організаційно-технічних умов планованого року. Іншими словами, у плані повинна бути врахована можливість зміни трудомісткості ремонту, що забезпечена всією попередньою роботою СГМ з підвищення рівня механізації ремонтних робіт, освоєння прогресивних технологічних процесів ремонту, придбання або створення спеціальних ремонтних пристосувань для його ефективного проведення, зміцнення деталей машин при попередніх ремонтах і т.д.

Зниження фактичної трудомісткості ремонту обладнання різних видів та моделей відбувається нерівномірно.

Чим більше на підприємстві машин однієї моделі і чим меншою є тривалість їх ремонтного циклу, тим швидше може бути знижена трудомісткість ремонту. Часто виконання ремонту одномодельного обладнання дозволяє робітникам приймати навички його швидкого розбирання, складання та регулювання, створюючи передумови для виготовлення спеціального оснащення і розробки технологічного процесу ремонту.

Якщо ж підприємство має одну машину певної моделі, ремонтний цикл якої є відносно тривалим, то забезпечити зниження трудомісткості її другого капітального ремонту у порівнянні з першим досить важко. Тому, не можна планувати зниження трудомісткості ремонту обладнання на майбутній рік шляхом зменшення 1тн (1т) і рівномірного поширення його на машини всіх моделей. При реалізації такого способу (який, нажаль, до сьогодні досить широко застосовується на практиці) необґрунтовано знижується трудомісткість ремонту унікального рідко використовуваного обладнання і завищується трудомісткість ремонту машин, що є достатньо розповсюдженими на даному конкретному підприємстві, інтенсивно експлуатуються і для відновлення яких розроблені добрі освоєні робітниками РМЦ та ЦРБ технологічні процеси, а також спеціальне та спеціалізоване обладнання та оснащення.

Ухвалення рішення щодо можливого зниження планової ремонтоскладності здійснюється для кожної моделі обладнання окремо після реалізації конкретних заходів з підвищення продуктивності її ремонту (впрова-
дження нового високоефективного ремонтного оснащення, механізації робіт, удосконалення технологічних процесів ремонту).

Технологічне бюро ВГМ завчасно готує прийняття такого рішення. Щоразу після завершення розробки та впровадження сучасних технологічних процесів ремонту, відновлення або зміцнення деталей, освоєння нового ремонтного оснащення або навчання групи робітників прогресивним прийомам праці, у формуляри відповідних машин вносять оцінки очікуваного скорочення трудомісткості ремонту у годинах, а також наростаючий підсумок оцінок. Попередні оцінки уточнюють (хронометражем, розрахунком, на підставі експертних висновків і т.п.) після чого в ході складання річного плану ухвалюють рішення щодо корегуванні ремонтоскладності окремих моделей машин та доводять його до робітників-ремонтників, роз'яснюючи, завдяки чому забезпечується зниження трудомісткості. Далі відвідована документація передається у відділ праці та заробітної плати підприємства для проведення у останньому установленої процедури схвалення досягнутих нових норм трудомісткості.

7.5. Планування простойв машин

Тривалість простою обладнання в ремонті залежить від виду останнього, ремонтоскладності машини, чисельності ремонтної бригади, технології, яка при цьому використовується, а також організаційно-технічних умов виконання відповідних робіт.

Ремонт технологічного обладнання неавтоматизованого виробництва організують в одну, дві або три зміни залежно від того, наскільки лімітують виробництво простої даної машини. Ремонт автоматичних ліній роблять у дві або три зміни.

Простої обладнання враховують від моменту зупинення його на ремонт і до моменту приймання машини з ремонту контролером ВТК за актом.

Тривалість експлуатаційних випробувань після ремонту під час простої не зараховується, якщо машина в процесі їх проведення працювала нормально.

Простої, пов’язані з відновленням працездатності електротехнічного обладнання при виконанні ПР та КР машин не планують, оскільки дані відновлювальні операції проводяться одночасно з ремонтом механічної частини обладнання.

Більшу частину операцій планового технічного обслуговування обладнання у неавтоматизованому виробництві – щоденний огляд, періодичний частковий огляд, поповнення та заміну мастильних матеріалів, очищення від пилу елементів електричної та електронної частин машин та регулювання їх механізмів – виконують без простоїв – у неробочі зміни та святкові дні. Однак повні планові огляди (включаючи й огляди перед капітальним ремонтом) повинні проводитись у першу зміну, тому при їх здійсненні мають місце простої. Під час виконання операцій промивання потрі-
бна присутність контролера ВГМ, при перевірках на технологічну точність – присутність контролера ВТК, а під час випробувань електричної частини обладнання – присутність представника Держенергонагляду. Вказаниі операції повинні виконуватись у першу зміну оскільки, якщо вони не суміщаються у часі з ремонтами або оглядами, їх проведення приводить до простоїв машин. Всі операції технічного обслуговування автоматичних ліній необхідно організовувати у неробочий час, без простоїв, які для даних операцій не планують.

Норми тривалості простоїв, обумовлених виконанням ремонтів та технічного обслуговування у неавтоматизованому та автоматизованому виробництві при різній змінності роботи машин, наведені у [1].
8. Підготовка виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту машин

Як би ретельно не був розрахований план-графік термінів виведення обладнання у ремонт та виконання операцій технічного обслуговування машин, він може бути реалізований тільки за умовою проведення всебічної підготовки запланованих робіт, яка повинна включати:

- завчасне забезпечення підрозділів СГМ технічною документацією, необхідною для ремонту та технічного обслуговування обладнання;
- підготовку виробничої бази, що повинна мати потужність, достатню для виконання передбачених планом обсягів робіт та підтримання у справності її обладнання;
- матеріальне забезпечення запланованих робіт, упорядкування зберігання матеріалів та запасних деталей, підтримання у справності інструменту та пристосувань для ремонту та технічного обслуговування;
- підготовку робітників, освоєння ними прогресивних високопродуктивних прийомів роботи та вимог технічної документації до обладнання;
- організаційну підготовку: юридичне оформлення взаємовідносин СГМ з іншими службами та цехами підприємства, визначення форм оплати праці ремонтних робітників, способів контролю якості виконання запланованих робіт та перевірки стану машин.

8.1. Конструкторська та технологічна підготовка

Конструкторська підготовка ремонтних робіт полягає у завчасному придбанні або виготовленні креслень деталей, що підлягають заміні або відриванню.

Технологічна підготовка ремонту включає: придбання або розробку типових технологічних процесів розбирання та складання агрегатів ремонтованих машин, виготовлення замінюваних деталей (як правило, тільки складних у конструктивно-технологічному відношенні) та відновлення деталей, що не можуть бути замінені; придбання креслень або конструювання та виготовлення технологічного і контрольно-перевірного оснащення, спеціального інструмента та засобів механізації ремонтних робіт; складання дефектно-кошторисних відомостей для обладнання, що проходить капітальний ремонт у планованому році.

За даними попередньої дефектно-кошторисної відомості група запасних частин БПА виконує комплектування деталей на складі та оформлює замовлення на виготовлення у РМЦ тих з них, що відсутні на складі і не можуть бути отримані зі спеціалізованих заводів. Тому, дуже важливо, щоб уточнення попередньої відомості в процесі дефектування, а також обсяги термінових замовлень на виготовлення відсутніх деталей були мінімальними.

Технологічна підготовка робіт з технічного обслуговування включає:
- розробку карт планового технічного обслуговування для конструктивно близьких груп моделей обладнання;
- розробку інструкційно-технологічних карт для окремих операцій технічного обслуговування, що потрібно виконувати у певній технологічній послідовності, незрозумілій без ілюстративного пояснення;
- розробку типових інструкцій на виконання операцій технічного обслуговування з регламентованими переходами, що не вимагають ілюстративного пояснення;
- конструювання та виготовлення організаційного та технологічного оснащення, інвентарю, тари і т. п., використання яких забезпечує підвищення продуктивності праці при технічному обслуговуванні.

Відповідальність за виготовлення технічної документації для РМЦ та ЦРБ покладається на конструкторсько-технологічне бюро ВГМ. Альбоми креслень до кожної експлуатованої моделі обладнання та контрольні приємники типових технологічних процесів його ремонту зберігають у технічному архіві ВГМ.

У всіх випадках слід вважати раціональнішим придбання документації, оснащення та інвентарю для здійснення технічного обслуговування та ремонту обладнання, ніж їх виготовлення власними силами, оскільки це дозволить вивільнити частину персоналу ВГМ та РМЦ для проведення робіт, що можуть виконуватись тільки на місці експлуатації машин. Крім цього, з’являється можливість отримання документів та виробів вищої якості. Зокрема, при замовленні нового обладнання слід завжди включати до комплекту його постачання робочі креслення складальних одиниць та деталей.

8.2. Підготовка виробничої бази

Після складання річного плану з технічного обслуговування та ремонту обладнання, а також завершення інших підготовчих робіт, що підлягають виконанню у РМЦ, необхідно перевірити, чи достатньо є потужність виробничої бази РМЦ та ЦРБ для реалізації плану.

Перевірку проводять:
- зіставляючи чисельність робітників, потрібну для виконання робіт, передбачених річним планом, з наявною чисельністю персоналу РМЦ та ЦРБ;
- порівнюючи площу, необхідну для виконання слюсарно-складальних та розбірних робіт при ремонті машин, виготовлення та відновлення деталей під час його проведення, з наявною площею слюсарного відділення РМЦ та слюсарних ділянок ЦРБ або КРБ;
- зіставляючи кількість обладнання, потрібну для виготовлення та відновлення деталей при виконанні всіх видів ремонту і технічного обслуговування з наявною кількістю обладнання.

Перевірку достатності потужності виробничої бази за чисельністю робітників здійснюють при укладанні кожного річного плану-графіка за формулою

\[ \Sigma \chi \leq \chi_f \]  

(8.1)
де ΣЧ – розрахункова чисельність робітників СГМ;
Чф – фактична чисельність робітників СГМ.
Якщо розрахункова чисельність виявляється більшою фактичної, повинні бути підготовлені проекти розпоряджень головного інженера підприємства про збільшення кількості робітників РМЦ на ΣЧ – Чф, а також відділу кадрів – про доукомплектування штату СГМ.
Якщо з якихось причин збільшення чисельності робітників є неможливим, річний план підлягає зміні. Необхідно таким чином скоротити обсяги ремонтних робіт, щоб відповідність нерівність (8.1).
Зміна плану шляхом скорочення обсягів робіт з ремонту та технічного обслуговування машин категорично забороняється. Проте повинна бути ретельно вивчена можливість передачі на СРЗ більшого ніж передбачалось планом обсягу ремонтних робіт.
Якщо розрахункова чисельність робітників виявляється меншою фактичної, необхідно відкоригувати річний план та збільшити обсяги ремонтних робіт для відновлення нерівності (8.1).
Технічний прогрес пов'язаний з неухильним підвищенням рівня механізації та автоматизації виробництва будь-якого підприємства, а отже, – і зі збільшенням обсягів робіт СГМ. Підготовка кваліфікованих ремонтних робітників вимагає декількох років. Тому, на скорочення фактичної чисельності робітників РМЦ для забезпечення виконання нерівності (8.1) слід йти лише у крайніх випадках.
Під час перевірки за наведеною вище формouroю не враховується відповідність або невідповідність потрібної та фактичної чисельності робітників РМЦ і ЦРБ по окремих професіях. Вказану відповідність забезпечують, користуючись рекомендаціями, що наведені у [1].
Перевірку потужності виробничої бази за площу, потрібно для виконання слюсарних робіт, здійснюють з використанням таких формул.
1. Необхідна площа (у м²) слюсарного відділення РМЦ (включаючи електролабораторію, лабораторію з ремонту та обслуговування обладнання з ЧПК та інші) обчислюється за допомогою нерівності

$$ F_{ср} \geq \left(16 \cdot \text{чрмс} + 6(\text{чрес} + \text{чомс} + \text{чомз} + \text{чое}) + 5(\text{чрес} + \text{чое})\right) \times \left(1 + (\text{чпд} + \text{чпд})/(\text{чп} + \text{чо}) + 6(\text{что} + \text{чпр})/2 + 3 \cdot \text{чмо}\right) 1/K_{им}, \quad (8.2) $$

де чрмс – чисельність слюсарів, необхідна для здійснення ремонту метало- та деревообробного обладнання, виконуваного у РМЦ [1], чол;
чрес – та ж сама чисельність електриків, чол;
чрес – та ж сама чисельність слюсарів з електронної техніки, чол;
чомс – чисельність слюсарів, потрібна для проведення технічного обслуговування, виконуваного у РМЦ, чол;
чомз – та ж сама чисельність мастильників РМЦ, чол;
чое – та ж сама чисельність електриків, чол;
Чос – та ж сама чисельність слюсарів з електронної техніки, чол;
Чр та Чо – чисельність робітників, необхідна для здійснення ремонту та технічного обслуговування метало- і деревообробного обладнання;
Чрл та Чоел – чисельність робітників, потрібна для проведення ремонту та технічного обслуговування машин інших видів;
Чмо, Чг, Чпр – чисельність робітників, необхідна для здійснення монтажу обладнання, виготовлення технологічного оснащення та виконання інших робіт;
Kзм – коефіцієнт змінності роботи машин; 16, 6, 5 та 3 – площа РМЦ, що виділяється для одного слюсаря, електрика, слюсаря з електронної техніки і т. д., згідно із [1], м².

2. Потрібна сумаарна площа (у м²) слюсарного відділення ЦРБ (КРБ) визначається з нерівності

\[ F_{сц} \geq \left\{ 6\cdot (\text{Чрмс} + \text{Чомс} + \text{Чомз}) + 4(\text{Чре} + \text{Чо} + \text{Чрсн} + \text{Чос}) \right\} \times (1 + (\text{Чрл} + \text{Чоел})/(\text{Чр} + \text{Чо})) / K_{зм}. \] (8.3)

У формулу (8.3) підставляють чисельність робітників, необхідну для здійснення ремонту та технічного обслуговування машин, що виконуються у ЦРБ (КРБ), згідно із результатуючими даними плану з праці [1]. Перевірка потужності виробничої бази за площу, що потрібна для виконання слюсарних робіт, служить для установлення можливості організації капітального ремонту машин у відповідності із річним планом-графіком [2]. Вона є умовною, оскільки у випадку недостатності площ РМЦ та ЦРБ для виконання запланованих капітальних ремонтів частина їх завжди може проводитись безпосередньо на місцях експлуатації обладнання.

Проте слід враховувати, що наслідок незручності виконання капітального ремонту на місцях використання машин за їх прямим призначенням, продуктивність праці ремонтних робітників а, отже, і техніко-економічні показники роботи РМЦ будуть відносно низькими.

У зв'язку з цим, один раз на п'ять років дана перевірка проводиться обов'язково. Якщо при цьому виявиться, що площа РМЦ, виділена для виконання слюсарних робіт при ремонті і технічному обслуговуванні обладнання, менша необхідної, то повинно бути ухвалене одне з таких рішень:

- про збільшення змінності роботи ремонтних бригад;
- про виконання ремонту частини машин на місцях їх експлуатації;
- про зміну організації ремонту [1] та про перерозподілення ремонтів між РМЦ та ЦРБ;
- про розширення площі РМЦ, призначеної для проведення слюсарних робіт.

Перевірку потужності виробничої бази за кількістю основного обладнання (верстатів) проводять щорічно при розробці планів-графіків з ремонту та технічного обслуговування РМЦ за формулою
\[ n_{сф} \geq n_{ср} + n_{сн} = n_{ср} + n_{сн} = \Sigma T_m /2030 \cdot K_{зм} \cdot K_{ок}. \]  
(8.4)

de \( n_{сф} \) – фактична установлена кількість основного обладнання в РМЦ та у всіх ЦРБ (КРБ), одиниць;
\( n_{ср}, n_{сн} \) – розрахункова кількість основного обладнання у РМЦ та ЦРБ (КРБ) відповідно, одиниць; 2030 – ефективний річний фонд часу машини при одномінійному режимі її роботи, год;
\( K_{ок} \) – коефіцієнт відношення оперативного часу роботи верстатів РМЦ та ЦРБ (КРБ) до дійсного фонду часу, що при розрахунку приймається рівним \( K_{ок} = 0.5 \);
\( \Sigma T_m \) – сумарна трудомісткість (у год) верстатних (механічних) робіт СГМ згідно із річним планом, яка визначається за формулою

\[ \Sigma T_m = [\Sigma(T_{р})_м + \Sigma(T_{от})_{мр} + \Sigma(T_{от})_{мч} + \Sigma(T_{от})_{ко} + \Sigma(T_{от})_{по} + \]
\[ + \Sigma(T_{от})_{ло} + \Sigma(T_{от})_{ло}] \times (1 + (\chi_{рд} + \chi_{пд})/(\chi_{р} + \chi_{о}) + 0.5 (\chi_{то} + \chi_{пр}) \Phi \cdot \gamma, \]  
(8.5)

de \( \Sigma(T_{р})_м \) – сумарна трудомісткість верстатних робіт, виконуваних при ремонті метало- і деревообробного обладнання [1] згідно із планом з праці;
\( \Sigma(T_{от}) \) – сумарна трудомісткість технічного обслуговування верстатниками машин окремих видів [1] з індексами: \( мр \) – металорізальних верстатів з ручним керуванням; \( мч \) – те ж саме з ЧПК; \( ко \) – ковалського обладнання; \( по \) – пресового обладнання; \( до \) – деревообробного обладнання; \( ло \) – ливарного обладнання;
\( \chi_{р} \) і \( \chi_{о} \) – чисельність робітників, необхідна для здійснення ремонту (р) та технічного обслуговування (о) метало- і деревообробного обладнання згідно із планом з праці [1];
\( \chi_{рд}, \chi_{пд} \) – те ж саме для інших видів машин;
\( \chi_{то}, \chi_{пр} \) – те ж саме для виготовлення технологічного оснащення та виконання інших робіт.

Якщо при перевірці виявиться, що \( n_{сф} < n_{ср} + n_{сн} \), тобто фактичне число основних верстатів у РМЦ та ЦРБ (КРБ) є меншим розрахункового, то має бути ухвалено одне з рішень:
- про збільшення змінності роботи обладнання РМЦ в межах, що визначаються чисельністю робітників-верстатників;
- про скорочення у програмі РМЦ частини неремонтних робіт;
- про виконання певного обсягу верстатних робіт для СГМ, відповідного дефіциту верстатів, у виробничих цехах заводу;
- про доукомплектування РМЦ необхідним числом верстатів.

Під час аналізу останнього варіанта рішення необхідно перевірити, чи вистачатиме площі механічного відділення РМЦ для розміщення додаткового числа верстатів за установленими нормами [1].
Якщо виявиться, що фактичне число верстатів РМЦ є більшим розрахункового, то повинно бути ухвалено рішення про довантаження РМЦ роботами з виготовлення деталей для основного виробництва або випуску запасних частин в рамках внутрішньогалузевої спеціалізації виготовлення. В останньому випадку РМЦ в обов'язковому порядку слід доукомплектувати робітниками-верстатниками.

Якщо розрахункове число верстатів РМЦ виявляється меншим 15 одиниць, в РМЦ повинен бути установлений мінімальний комплект основних верстатів [1]

Склад допоміжного обладнання РМЦ та ЦРБ слід приймати за даними таблиць [1].

8.3. Матеріальна підготовка

Матеріальна підготовка виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту машин передбачає своєчасне отримання або виготовлення для них запасних частин та вузлів для заміни тих, що зносяться, забезпечення РМЦ та ЦРБ (КРБ) пристосуваннями, інструментами, матеріалами, заготовками та комплектуючими виробами.

Число деталей, що зберігаються на складі, повинно бути таким, щоб можна було забезпечувати потребу в них, яка виникає при проведенні всіх видів робіт з технічного обслуговування та ремонту. Разом з тим, запас деталей не повинен перевищувати величини їх витрат за час, необхідний для відновлення запасу.

Типовою системою [1] регламентуються норми складських залишків матеріалів, комплектуючих виробів та запасних частин, при дотриманні яких забезпечуються безперебійне виконання графіка ремонту та технічного обслуговування машин, а також постійний контроль планованої оборотності коштів, вкладених у ремонтне виробництво.

Запасні частини до обладнання машинобудування можна одержати шляхом закупівлі їх на спеціалізованих заводах або виготовлення на самому підприємстві-власнику машини.

Централізоване виробництво запасних частин для обладнання серійних випусків здійснюють заводи-виготовлювачі, а для машин знятих з виробництва – спеціалізовані підприємства та цехи. Запасні частини до імпортного обладнання, а також до спеціалізованих, агрегатних та інших верстатів несерійних випусків виготовляються за планами підприємств, що здійснюють їх експлуатацію.

На основі результатів вивчення фактичних витрат та потреб в запасних частинах механіки цехів подають заявки у ВГМ підприємства на необхідні ним для задоволення ремонтно-експлуатаційних потреб запасні частини.

Інспектор з обладнання відмічає найменування та потрібну кількість тих деталей, що є в наявності на складі запасних частин, а на відсутній деталі видає замовлення РМЦ. Підставою для замовлення необхідних запасних
частин служать дефектні відомості, альбоми креслень деталей, а також відомості центрального складу на відсутні запасні частини широкого застосування.

Всі запасні деталі, виготовлені у РМЦ та ЦРБ підприємства, повинні бути взяті на облік і занесені у спеціальні облікові карточки, заведені для деталей кожного найменування. За картотекою у будь-який час можна отримати необхідні відомості про наявність, рух та витрати запасних частин.

На кожному підприємстві має бути організований центральний склад запасних частин, адміністративно підпорядкований відділу матеріально-технічного постачання. На великих заводах, для яких середньорічна величина сума зносу становить більше 12000 тис, окрім центрального складу, при великих цехах необхідно створити цехові (корпусні) комори запасних частин.

У цеховій коморі зберігають деталі обладнання, установленого в даному цеху. Великогабаритні деталі молотів, пресів і т.п. зберігаються поблизу машин, для яких вони предназначены, але знаходяться на обліку цехової комори.

Приміщення для комори запасних частин повинно відповідати технічним умовам на складські приміщення, а площа його визначатись, виходячи з нормативної питомої площі 0,01 – 0,03 м², що потрібна для зберігання запасних частин кожного установленого в цеху ремонтного одиниці, залежно від її габаритів. Приміщення комори має бути: сухим і чистим; по можливості з постійною температурою; достатньо ізольованим від виробничих ділянок цеху і від проникнення виробничого пилу та бруду; обладнаним необхідним складським інвентарем – стелажами з полицями для деталей, стелажами для зберігання валиків, ящиками для дрібних деталей, що зберігаються у великих кількостях; баками для мастильних та обтиральних матеріалів; шафою для картотеки та документації і, крім того, в наявності повинен бути ручний візок.

На полицях стелажів запасні частини повинні зберігатися чистими, змащеннями відповідним мастильним матеріалом (із його висиханням або забрудненням деталей їх необхідно промити та знову змастити). Деталі мають зберігатись по моделях і типах обладнання, а деталі для верстатів однієї групи — настільки, токарних — на одному стелажі, фрезерних — на іншому і т.д. Не повинні укладатись разом деталі одного типу до верстатів різних груп: шестерні, втулки і т.п., тільки довгі валі та ходові гвинти можна зберігати разом на спеціальних стелажах у вертикальному положенні. Найважливі деталі мають знаходитись внизу стелажів, а легкі і дрібні — вище; часто використовувані — у першому ряду, рідше використовувані — позаду них.

Забороняється здавання у комору зношених деталей. Уніфіковані заготовки, а також заготовки, що є виробничими запасами, повинні зберігатися у коморі заготовок. Запасні деталі та вузли обладнання автоматизова-
ного виробництва слід зберігати у окремій коморі або на особливих стелажах в загальній коморі.

Відновлення запасу деталей здійснюють за системою трьох точок («максимуму», «мінімуму» та «замовлення»), що дозволяє підтримувати число запасних частин на складі не більшим максимального і не меншим мінімального.

Для особливо дефіцитних деталей на центральному складі запасних частин рекомендується завести спеціальну книгу попиту.

З метою визначення термінів служби та причин зношування деталей всі зняти з обладнання частини з прикріпленими до них бирками мають здаватись на центральний заводський склад, де для їх зберігання необхідно передбачити спеціальне приміщення. На бирці вказують найменування деталі, модель верстата та вузол, для якого вона призначена.

Всі деталі, що проходять через комору запасних частин, слід ставити на облік. Приймання у комору виготовлених, відремонтованих або приобретених на стороні деталей здійснюється за накладними. На деталях повинно бути клеймо ВТК; укладати їх слід на стелажі по полицях. До кожної деталі або до партії одноіменних деталей прикріплюють бирку із зазначенням їх найменування та номерів, а також номерів полиць.

Видачу деталей зі складу здійснюють за вимогами, підписаними механіком цеху. Основні дані щодо деталей, прийнятих у комору за накладними, заносять в картку обліку у графу «Прихід», а виданих – у графу «Витрати». Картки обліку заповнюють в одному примірнику та зберігають у коморі.

У момент часу, коли фактично наявне число деталей певного типо-розміру у коморі виявиться відповідним точці «замовлення», завідувач комори видає заявку техніку ВГМ із запасних частин на придбання або виготовлення нової партії цих деталей, з метою поповнення їх запасу до точки «максимум».

Один раз на рік у коморі проводять інвентаризацію запасних деталей. За її результатами аналізують наявність та розміри запасів, установлюють причини залежування окремих деталей (якщо вони мають місце). Деталі, непридані до використання внаслідок модернізації обладнання або списання його у брухт, мають бути після відповідного оформлення списани. Облік запасних деталей у гривнях здійснює бухгалтерія на основі первинних документів та цін, що установлюються за калькуляцією.

Замість одержуваних нових запасних деталей цехові ремонтні бази повинні здати зношені деталі, що підлягають відновленню. Інженер ВГМ із запасних деталей разом з механіками цехів визначають номенклатуру зношених деталей, які підлягають ремонту та відновленню в РМЦ у централізованому порядку.

Деталі, що необхідно відновити, передають у ремонтні цехи ВГМ для відповідної обробки, звідки їх повертають у комору та зберігають на-
рівні з новими деталями аналогічного типорозміру із додатковим зазначенням на бирці «Відновлені».

Ремонтних робітників забезпечують стандартизованим інструментом та пристосуваннями через інструментально-роздавальні комори (IPK) цехів нарівні з виробничими робітниками. Для спеціального інструмента, що застосовується тільки ремонтними робітниками, виділяють окремий стелаж.

Поповнення IPK стандартизованим інструментом та пристосуваннями для ремонтних робітників за заявками завідувачів IPK, в яких враховуються заяви механіків цехів, здійснює інструментальний відділ підприємства.

Забезпечення ремонтних робітників спеціальним інструментом та пристосуваннями виконують через IPK цехів відділи головного механіка та енергетика.

Поповнення IPK та РМЦ спеціальним інструментом та пристосуваннями проводить інструментальний відділ або бюро інструментів та пристосувань за розгорненими квартальними заявками, складеними планово-виробничим бюро (ПВБ) з врахуванням потреб ЦРБ та цехів ВГМ і затвердженими головним механіком заводу. Заявки, що враховують річну потребу в інструменті, складає ВГМ і затверджує головний інженер підприємства.

Начальник IPК одержує спеціальний інструмент та пристосування з центрального інструментального складу (ЦІС) за вимогами в межах затвердженої номенклатурі та місячних лімітів.

Періодичну перевірку спеціального інструмента, контрольно-вимірювальних засобів (плит, лінійок, контрольних пристосувань і т. п.), а також пристосувань здійснює спеціальна майстерня (ділянка), організована при ВГМ.

Технологічне оснащення для ремонту повинно виготовлятись централизовано за кресленнями ВГМ у ремонтно-механічному або інструментальному цехах. Для зберігання технологічного оснащення необхідно у коморі запасних деталей відвести окреме місце. Оснащення має періодично перевірятись контролером ВТК.

На основі планів ремонту та діючих норм на витрати матеріалів [1] для обладнання різних видів, БПА та ПВБ ВГМ складають річні і квартальні заявки на матеріали для ремонту, які після затвердження їх головним механіком передаються у відділ постачання. Заявки являють собою спеціфікації матеріалів, необхідних при виконанні ремонтів та в процесі експлуатації машин.

У відділі постачання повинен бути організований спеціальний облік матеріалів, що витрачаються під час ремонтів.

Видачу матеріалів здійснюють за вимогами механіків цехів та начальника РМЦ ВГМ згідно із лімітами, затвердженими головним механіком заводу.
Дефіцитні матеріали та покупні деталі (бронзу, спеціальні та прецизійні підшипники, ланцюги і т. п.) видає центральна комора запасних деталей відділу матеріально-технічного постачання (ВМТП) в межах відповідних лімітів, установлених для бригади або цеху. У випадку, якщо ліміт на який-небудь матеріал або виріб є витраченим, видача проводиться тільки з дозволу ВГМ.

Здача цехами відпрацьованих кулькових та роликових підшипників, а також зношених бронзових деталей здійснюється за накладними; відправлене масло відправляється на станцію регенерації.

Для індустріалізації ремонту на підприємстві (див. розд. 6.4) потрібно організувати завчасне придбання або виготовлення комплектів відповідного оснащення, передбаченого розробленими типовими технологічними процесами ремонту. Придбання оснащення, виготовленого на спеціалізованих підприємствах, дозволяє відмовитись від залучення додаткових потужностей РПЦ.

Вартість оснащення спеціалізованого виготовлення завжди нижча, ніж вартість оснащення власного виробництва, тоді як якість, звичайно, вища. Проте у випадку придбання оснащення не відпадає необхідність у створені власної ділянки з виробництва ремонтного оснащення для нових технологічних процесів, для виготовлення оснащення, що не випускається централізовано, а також для ремонту експлуатованого оснащення.

Високі якість та продуктивність ремонту можуть бути забезпечeni за умовою, що оснащення постійно знаходиться у належному технічному стані. Особливу важливість являє собою збереження точності площинного інструмента та контрольних пристосувань. У зв'язку з цим, їх періодична атестація є ще одною обов'язковою умовою забезпечення високої якості ремонту. Для цього необхідні облік оснащення, наявність атестата на кожну його одиницю та періодична (за графіком) перевірка оснащення.

У випадку індустріалізації ремонту, на підприємствах слід створити систему експлуатації ремонтного оснащення. При її функціонуванні у комору надходить як куповане, так виготовлене і відремонтоване ремонтне оснащення.

Раціональна організація змащення обладнання вимагає: правильного вибору мастильних матеріалів; установлення норм їх витрат для кожної моделі машин; обов'язкового складання карт змащення (в першу чергу для прецізійного, важкого, унікального обладнання, а також машин вбудованих у автоматичні лінії); забезпечення правильного зберігання мастильних матеріалів, лабораторного контролю їх якості, повторного використання відпрацьованого мастила тощо. Мастильні матеріали перевіреної якості не залежно від їх марки необхідно оберігати від забруднення, починаючи від моменту надходження на підприємство до внесення у машини.

Перевезення мастильних матеріалів з нафтобази повинно здійснюватись тільки у чистій та справній тарі, що надійно закривається пробками або кришками.
Мастильні матеріали, що надходять у залізничних цистернах, слід зливати через шланги (закритий злив). Використання з цією метою жолобів (відкритий злив) не допускається. Рекомендується при зливанні мастила здійснювати його примусове перекачування за допомогою насосів.

Запас мастильних матеріалів, що відповідає їх 1,5÷2-місячним витратам, повинен зберігатись у спеціальних маслосховищах, обладнаних окремими емностями для мастила кожної марки з окремими трубопроводами для його заливання та роздачі. На кожній емності рекомендується написати марку мастила, для зберігання якого вона призначена, а також нарисувати умовне зображення (символ), присвоєне мастилу даної марки.

Для уникнення утворення всередині мащинних вузлів осаду категорично забороняється наливати мастильні матеріали у дрібну тару, що містить залишки іншого мастила. Не рекомендується наливати мастило у відкриту тару. Для запобігання помилок при зливанні мастила у роздавальну тару на ній повинен бути зображений той же символ, що і на стаціонарних емностях для зберігання даного мастильного матеріalu.

Не допускається транспортування мастильних матеріалів по цехах у відкритій або нещільно закритій тарі.

При заповненні мастильних вузлів осаду категорично забороняється наливати мастильний матеріал у дрібну тару, що містить іншого мастила. Не рекомендується наливати мастило у залізничні цистерни за допомогою насосів.

Запас мастильних матеріалів рекомендується зберігати у пересувних баках з плоскими днищами місткістю 150÷200 л, які транспортуються за допомогою авто- та електрокарів і установлюються на спеціальних стаціонарних підставках у шафах, що закриваються. На кожному бакці повинний бути зображений символ, присвоєний марці мастила, для зберігання якого він призначений.

Схема і карта змащення вивішуються біля відповідного обладнання і служать для довідок, контролю та навчання молодих робітників. Крім того, на панелях машини біля місць змащення зображаються символи, відповідні маркам використовуваних мастильних матеріалів. Символи мають ко-
лає, що вказують на періодичність та виконавців операцій поповнення мастильних матеріалів (табл. 8.1).

За кожною машинною закріплюють маслянки, шприци та бачки, число яких залежить від кількості марок мастильних матеріалів, що вносяться у дану одиницю обладнання. Змащувальний інвентар верстатника маркують символами, зафарбованими у червоний колір. На змащувальному інвентарі, закріплений за мастильником, символи зафарбовуються у білий колір.

Таблиця 8.1

<table>
<thead>
<tr>
<th>Колір фарбування символів</th>
<th>Періодичність поповнення матеріалів</th>
<th>Розподілення робіт з поповнення мастильних матеріалів залежно від кольорів їх символів</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Червоний</td>
<td>Щозміни або кілька разів за зміну</td>
<td>Верстатник</td>
</tr>
<tr>
<td>Білий</td>
<td>Щотижня</td>
<td>Мастильник</td>
</tr>
<tr>
<td>Синій</td>
<td>Щомісячно і рідше</td>
<td>Слюсар</td>
</tr>
</tbody>
</table>

8.4. Підготовка робітників

Для успішного застосування типових технологічних процесів ремонту машин, освоєння прийомів та придбання навичок використання ремонтного оснащення, а головне, для подолання звички виконання всіх операцій ремонту вручну, без допомоги пристосувань, необхідно організувати періодичне навчання слюсарів-ремонтників.

Для контролерів ВТК організовують навчання пооперационно-перехідному прийманню відновлюваних деталей та складальних одиниць ремонтованого обладнання із застосуванням пристосувань, передбачених типовими технологічними процесами.

Навчання слюсарів та контролерів необхідно періодично повторювати для освоєння ними нових технологічних процесів та ознайомлення зі змінами, що вносяться в діючі процеси.

Робітники комплексних бригад мають бути детально ознайомлені з конструктивними особливостями закріплених за ними машин. Більшою мірою це відноситься до робітників, за якими закріплюється обладнання з ЧПК, автоматичні лінії та високоточні верстати. Організація навчання робітників покладається на керівний інженерний склад РМЦ та ВГМ.

При комплектуванні бригади з технічного обслуговування та ремонту обладнання з ЧПК, бажано направити її у повному складі для тричотиримісячного стажування на одне з підприємств, що мають досвід експлуатації такого обладнання.

У випадку придбання підприємством машин нових моделей необхідно організувати вивчення їх конструкцій. Без попереднього теоретичного
та практичного освоєння нового обладнання ремонтними робітниками не може бути досягнута висока продуктивність праці, установлена нормами трудомісткості ремонту та технічного обслуговування.

Застосування підвищувальних поправкових коефіцієнтів для норм часу на ремонт та технічне обслуговування машин нових моделей протягом періоду їх освоєння [1] допускається з дозволу головного інженера і тільки за умовою організації навчання робітників, яким доручаються ремонт та технічне обслуговування даного обладнання.

8.5. Організаційна підготовка

Підготовка виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту машин завершується юридичним оформленням організаційних рішень, прийнятих відповідно до методичних вказівок [1].

Якщо на підприємстві відсутнє «Положення про службу головного механіка», його потрібно розробити; якщо «Положення...» вже є, слід розглянути його на предмет відповідності Типовій системі [1] і внести необхідні корективи. Після цього директор затверджує даний документ і тим самим узаконює взаємовідносини СГМ зі службами головного енергетика, головного технолога, ВМІП і т.д.

Відповідно до затвердженого «Положення...» уточнюють і затверджують штат ВГМ, РМЦ та ЦРБ (КРБ).

Крім цього, директор затверджує розроблені ВГМ: «Положення про адміністративне підпорядкування начальнику ремонтно-механічного цеху цехових (корпусних) ремонтних баз»; розцінки на всі види робіт та послуг, що надаються РМЦ решті цехів та служб заводу; форми оплати праці різних груп робітників РМЦ та ЦРБ, що створюють умови для підвищення продуктивності праці та якості виконаних робіт.

Індустріалізація ремонту можлива за умови, що розроблені ВГМ типові технологічні процеси є обов'язковими для всіх виконавців. Контроль правильності виконання типового процесу здійснюється шляхом оперативного приймання ремонтованого обладнання контролером ВТК, що відмічає виконання кожної операції у «Відомості приймання технологічного процесу». Ремонт оплачується тільки при наявності у «Відомості...» проти найменування кожної операції штампу контролю ВТК.

Підготовлене ВГМ розпорядження про обов'язковість застосування типових технологічних процесів ремонту та про порядок оплати ремонтів, виконуваних за типовими процесами, затверджує головний інженер підприємства.

Він же затверджує рішення, які витікають з результатів перевірок достатності потужностей РМЦ та ЦРБ; підготовлені ВГМ пропозиції щодо організації груп перепідготовки робітників з технічного обслуговування та ремонту обладнання нових типів та моделей; госпрозрахункові договори між РМЦ та рештою цехів та служб підприємства з прикладеними до них планами ремонту та технічного обслуговування машин.
9. Системи технічного діагностування автоматизованих машин

9.1. Зміна працездатності автоматизованих машин та точності виготовлення на них деталей у процесі експлуатації

Будь-яке технологічне обладнання та система його ЧПК в процесі експлуатації повинні перебувати у працездатному стані, у якому фактичні значення всіх основних функціональних параметрів машини відповідають вимогам нормативно-технічної і (або) конструкторської документації. Якщо значення хоча б одного з таких параметрів виходить за допустимі межі, то технологічне обладнання або система його керування будуть перебувати у непрацездатному стані.

Верстати з ЧПК є достатньо складними технологічними комплексами, що включають власне верстат та ПЧПК, побудований на базі міні-ЕОМ, при цьому обидва вказані елементи повинні бути органічно взаємопов'язаними з врахуванням їх особливостей та можливостей. Надійність та якість роботи обладнання з ЧПК рівною мірою залежить від надійності та якості самого верстата, а також ПЧПК.

При роботі обладнання з ЧПК відбувається взаємодія великого числа механічних, гіdraulicних, пневматичних та електронних пристроїв і елементів, від правильного й надійного функціонування яких значною мірою залежить точність виконання заданої програми керування обробкою заготовок. При цьому протягом установленого періоду експлуатації потрібно забезпечити не тільки безвідмовне функціонування верстата, але й виконання певних технологічних операцій, відповідних його технологічному призначенню, із дотриманням вказаних у нормативно-технічній документації показників якості та продуктивності, тобто зберегти задану параметричну і в першу чергу технологічну надійність обладнання [7].

Зміна точності верстата з ЧПК в процесі експлуатації відбувається внаслідок впливу на нього різних внутрішніх та зовнішніх факторів.

Внутрішніми факторами є сили різання та їх моменти, сили тертя, вібрації, тепловиділення і нагрівання елементів машини; зовнішніми факторами – температура навколишнього середовища, вібрації, що передаються від іншого обладнання у цеху, коливання напруги в електромережі, вологость та забруднення навколишнього повітря, вплив внутрішніх та зовнішніх факторів призводить до виникнення пружних та температурних деформацій елементів машини, їх вібрації та зношення, що обумовлює погіршення, у першу чергу, точності машини, а також негативно позначається на продуктивності та собівартості обробки.

Разом з тим, при збереженні заданої геометричної та кінематичної точності елементів обладнання, їх жорсткості, вібро-, термо- та зносостійкості, а також у випадках проведення обробки заготовок на машині у приміщеннях з мінімальними допустимими коливаннями температури, із за- обеспечениям надійного захисту від вібрації, що створюються при роботі іншого обладнання установленого в цеху, при стабілізації напруги у електромережі, негативний вплив вказаних вище внутрішніх та зовнішніх фак-
торів істотно знижується. При цьому ступінь зниження даного впливу залежить від класу точності машини, а також режимів її роботи.

Між внутрішніми та зовнішніми факторами, що впливають на обладнання в процесі експлуатації, показниками точності його роботи та режимом функціонування машини діють складні взаємозв'язки.

Зміна точності верстата з ЧПК в процесі експлуатації в результаті дії на нього зазначених факторів, обумовлюється виникненням допустимих та недопустимих пошкоджень як у самому верстаті, так і в ПЧПК [8].

Ряд пошкоджень, що одразу призводять до зупинки обладнання з ЧПК або до недопустимих умов його роботи, є наслідком використання неправильних методів конструювання, виготовлення або експлуатації верстата.

Інші пошкодження не обмежують функціональних можливостей верстата, але призводять при його подальшій експлуатації до параметричних відмов, наприклад, до зниження точності механічної обробки. Параметричні відмови характерні для будь-якого складного технологічного комплекту, у тому числі і для обладнання з ЧПК.

Якщо найпоширенішим видом відмов для власне верстата є параметричні відмови, то для ПЧПК – відмови функціонування. Останні можуть являти собою: неіндиковані збої, що не проявляються у момент їх виникнення; індиковані збої, які фікуються ПЧПК у момент їх виникнення із припиненням подальшого відпрацьовування керуючої програми; стійкі відмови, що відразу призводять до зупинення верстата. Таким чином, якщо індиковані збої та стійкі відмови ПЧПК є причинами відмов функціонування обладнання, то його неіндиковані збої обумовлюють лише параметричні відмови.

Неіндиковані збої при експлуатації верстатів з розімкненими системами ЧПК [8] проявляються у вигляді пропуску імпульсів керування, що можуть відбуватись у самих електронних блоках ЧПК, при роботі крокового електродвигуна або гідропідсилювача, а також у передавальних механізмах привода подачі (наприклад, внаслідок наявності люфту в зубчастих передачах та у передачі гвинт – гайка в момент реверса переміщення). При роботі обладнання із замкненими системами ЧПК [8] виникнення неіндикованих збоїв можливо в результаті зміни параметрів точності самого верстата, вимірювальних перетворювачів (ВП) [8] системи зворотного зв'язку, елементів блока ВП у ПЧПК. Так, пружні та теплові деформації базових і виконавчих елементів верстата, зношення поверхонь напрямних та інші похибки можуть негативно впливати на точність визначення у ВП системи зворотного в зв'язку дійсного положення виконавчих елементів. Останнє, в свою чергу, може призвести до виникнення неіндикованих збоїв і відповідно до параметричних відмов обладнання з ЧПК. Забезпечення високої точності та надійності роботи даного обладнання в процесі його експлуатації безпосередньо залежить від ефективності систе-
ми технічного обслуговування, а також своєчасності та якості виконання профілактичних робіт та ремонту.

Під час проведення операцій технічного обслуговування, а також ремонтів верстатів з ЧПК інколи виникають труднощі, обумовлені високим ступенем складності даного обладнання. Для виявлення неправностей у верстаті з ЧПК необхідно звичайно більше часу, ніж для виконання аналогічної задачі під час перевірки однотипного верстата з ручним керуванням. Крім цього, для здійснення діагностування потрібні спеціальні системи з виявлення неправностей, складна контрольно-вимірювальна апаратура; необхідно також залучити обслуговуючий персонал достатньо високої кваліфікації.

З огляду на відмінну вище конструктивну складність верстатів з ЧПК, їх високу вартість, компонуально-конструктивну розмайтість, відсутність необхідного статистичного матеріалу про характер та зміну вихідних параметрів, широкий діапазон умов та режимів експлуатації, найдоцільнішими при визначенні оптимальних структур та тривалості їх міжремонтного періоду слід вважати використання методу, основаного на порівнянні фактичних та заданих значень вихідних параметрів обладнання під час його роботи в умовах конкретного виробництва. Перевірка відповідності заданих та фактичних величин вихідних параметрів може проводитись за результатами випробувань верстатів на технологічну надійність, з подальшим розрахунком та оцінюванням її основних показників, а також прогнозуванням оптимальної структури та тривалості міжремонтного періоду шляхом виявлення характеру зміни точності вихідних параметрів обладнання та її складових похибок у процесі експлуатації [9].

Ремонти ПЧПК доцільно проводити тільки при виникненні відмов. Тому такі ремонти не ділять на поточні і капітальні.

Велике значення для об’єктивного оцінювання працездатності верстатів з ЧПК, точного визначення фактичних величин їх вихідних параметрів, змін даних параметрів у процесі експлуатації, мають перевірки різних видів, що проводяться одразу після виготовлення верстатів, періодично в процесі його експлуатації, а також після ремонту обладнання.

Під час перевірок верстатів з ЧПК можуть бути застосовані відомі методи контролю точності універсального обладнання, його випробувань на температурну стабільність, вібростійкість та інші, однак у зв’язку із великими складністю верстатів з ЧПК, їх конструктивними та технологічними особливостями, необхідно розглядати дане обладнання як взаємозалежний та взаємодіючий технологічний комплекс верстат – ПЧПК, для якісного визначення точності якого проведення вказаних вище перевірок та випробувань вже недостатньо.

Зміна основних функціональних та експлуатаційних параметрів такої системи, як верстат з ЧПК, що містить велике число різних взаємозалежних елементів, не є лінійною і постійною у часі. Тому результати будь-якого одиничного контролю параметрів її точності визначатимуть тільки
тої технічний стан, у якому дана система перебувала в момент проведення вимірювання. Для здійснення більш коректної перевірки точності верстатів з ЧПК окрім удосконаленних відомих методів були розроблені нові види випробувань, в тому числі з оцінювання стану обладнання за точністю обробки в комплексі верстат – ПЧПК, при виконанні його виконавчими елементами допоміжних ходів (визначення точності позиціонування), перевірки точності та надійності роботи верстата і ПЧПК згідно із заданою тест-програмою протягом певного проміжку часу, контролю точності обладнання за результатами вимірювань виготовлених на ньому еталонних деталей у процесі та після їх обробки при використанні заданих режимів різання та регламентації допусків для одержуваних розмірів [9]. Велике практичне значення має програмний метод випробувань металорізальних верстатів з ЧПК [10].

Звичайно вся робота на підприємстві з організації, контролю та керування експлуатацією верстатів з ЧПК, гнучких виробничих модулів (ГВМ) та побудованих на їх основі ГВС виконується за допомогою автоматизованої системи управління (АСУ) головного механіка.

Головним чином, дана система повинна забезпечувати планування та проведення робіт за чотири основними напрямками.

1. Підтримання працездатного стану ГВМ або ГВС в процесі їх по-точної експлуатації і здійснення з цією метою: діагностування стану окремих складених елементів ГВМ або ГВС (основного технологічного обладнання, транспортно-накопичувальних систем, систем керування тощо); контролю за процесом обробки (станом різального інструмента, величиною сил різання, обертального моменту на шпинделі і т.п.); контролю точності обробки заготовок; періодичної перевірки основних характеристик точності верстатного обладнання. В результаті виконання всієї вказаної роботи накопичуються відповідні дані, після чого проводиться їх аналіз та прогнозування технічного стану обладнання, укладаються дефективні відомості та графіки технічного обслуговування й ремонту, здійснюється компенсація похибок, що виявлені при роботі машин, а також похибок обробки на них заготовок. При наявності зв’язку із заводами-виготовлячами верстатного та іншого обладнання, їм передається інформація про технічний стан машин, види її відмов, узгоджується проведення тих чи інших операцій технічного обслуговування, разом визначаються та усуваються несправності тощо.

2. Ремонт верстатного та іншого допоміжного обладнання і пристроїв. На основі аналізу даних про їх початковий технічний стан, результатів діагностування та періодичного контролю характеристик точності у процесі експлуатації, інформації, отриманої в ході технічного обслуговування, укладаються місячні, квартальні та річні плани-графіки ремонтів, забезпечується їх проведення з подальшими перевіркою технічного стану машин та введенням їх у виробництво.

3. Модернізація наявного технологічного обладнання, пристроїв та
систем керування, а при необхідності й їх заміна або придбання додатково нового обладнання та систем керування. В останньому випадку розробляються вимоги до технічних характеристик та параметрів точності потрібних машин, специфікації на їх запчастини, вузли і блоки систем керування. На заводах-виготовлювачах обладнання та систем керування проводиться підготовка та навчання кадрів робітників, що будуть експлуатувати, обслуговувати та ремонтувати придбані машини, здійснюється комплектування необхідної технічної документації. Після одержання нового обладнання проводяться його установлення та налагодження, контроль початкового стану, розробка структури та змісту технічного обслуговування, підготовка відповідної документації, після чого машини вводять у виробництво.

4. Збирання та аналіз інформації про відмови елементів ГВМ або ГВС, про стан вихідних параметрів точності верстатного обладнання, що входить до її складу. Створення та поповнення банку даних АСУ головного механіка, передача їх до центрального банку даних АСУ цеху або підприємства.

9.2. Системи технічного діагностування автоматизованих машин

Подальше підвищення ступеня автоматизації та розширення функціональних можливостей сучасного автоматизованого технологічного обладнання, особливо верстатів з ЧПК й побудованих на їх основі ГВМ і ГВС, вимагають значного ускладнення конструкції машин, внаслідок чого суттєво ускладнюється їх технічне обслуговування і особливо пошук причин відмов обладнання в процесі експлуатації.

Якщо можливих причин тих чи інших відмов, що виникають при роботі універсального технологічного обладнання, як правило, небагато й вони часто відомі або легко визначаються, то причин виходу з ладу автоматизованих машин, що включають складні взаємодіючі механічні, гідралічні, пневматичні, електричні та електронні механізми, пристрої та блоки, може бути дуже багато, у зв’язку з чим їх виявлення вимагає значних витрат часу та коштів. Внаслідок значних простой роботи, обумовлених необхідністю пошуку причин несправностей, знижується продуктивність роботи та ефективність даного досить дорогого обладнання. Вказані проблеми додатково ускладнюються у зв’язку з високою інтенсивністю експлуатації автоматизованих машин, що часто працюють у три зміни при мінімальній кількості обслуговуючого персоналу.

Обробка заготовок на автоматизованому обладнанні звичайно здійснюється із застосуванням сучасних різальних інструментів та високопродуктивних режимів різання, що обумовлює збільшення навантаження на різні механізми та пристрої машин.

Таким чином, ймовірність відмов автоматизованого технологічного обладнання та систем його керування є вищою, ніж для універсальних машин, у зв’язку із чим потрібно більше часу на пошук причин цих відмов.
Як показала практика, причини значної множини відмов автоматизованого обладнання можуть бути досить простими, але час, потрібний для їх пошуку часто на порядок більший часу усунення відмов, навіть й при залученні з цією метою висококваліфікованих наладчика або оператора. Тому все ширше розповсюдження одержують системи технічного діагностування, які особливо ефективно використовуються при експлуатації сучасних верстатів з ЧПК, а також ГВМ і ГВС.

Під технічним діагностуванням розуміють визначення з певною точністю технічного стану машини та системи її керування в цілому, а також стану їх окремих вузлів, механізмів, блоків та елементів. Результатом діагностування є висновок про технічний стан машини або її елемента із заохоченням, при необхідності, місць, видів та причин виявлених дефектів.

Застосування систем технічного діагностування дозволяє значно скоротити прості обладнання під час пошуку його несправностей, дає можливість прогнозувати стан окремих елементів технологічної системи (верстата, ПЧПК, різальних інструментів), оцінювати похибки оброблюваних заготовок і вчасно отримувати інформацію для здійснення якісного технічного обслуговування та ремонту.

Система технічного діагностування є, як правило, частиною системи керування даним конкретним технологічним обладнанням і у більшості випадків має загальні з нею інформаційні канали.

Системи технічного діагnostування призначені тільки для виявлення несправностей, але не для їх усунення. Тому використання таких систем безпосередньо не забезпечує підвищення надійності машин, хоча і дозволяє швидше визначити місцезнаходження та характер дефектів, скоротити простої та підвищити продуктивність роботи обладнання.

У випадку виникнення критичних ситуацій, що загрожує, наприклад, поломкою різального інструмента, зміною параметрів функціонування окремих блоків системи керування, виходом за поле допуску розмірів оброблюваних заготовок, система технічного діагностування дає команду на зупинку технологічного обладнання, а при застосуванні сучасних систем ЧПК – виводить на дисплей інформацію про вид дефекту.

Під час функціонування автоматизованого обладнання на нього з боку системи діагностування можуть здійснюватись робочі та тестові впливи (останні подаються з метою отримання інформації про технічний стан машини).

При створенні системи технічного діагностування рекомендується керуватись такими основними принципами.

1. Система технічного діагностування повинна бути складовою частинною загальної системи керування технологічним обладнанням (верстатом з ЧПК) і створюватись на єдиній з нею методологічній та елементній базі з тим, щоб в процесі їх експлуатації можна було використовувати загальні інформаційні канали. Для одержання діагностичної інформації необхідно максимально повно використовувати наявні пристрої системи ке-
рування. Крім цього, ПЧПК повинен оснащуватись системою самодіагностики, що має працювати згідно із блоком тест-програм.

2. Система технічного діагностування повинна ефективно функціонувати не тільки в процесі експлуатації технологічного обладнання, але й при його налагодженні, підготовці та ремонті.

3. Система технічного діагностування за своїми функціональними можливостями, структурою та використовуваними технічними засобами має відповідати ступеню автоматизації цеху або підприємства, на якому експлуатується машина, що перевіряється. У випадку, коли дане конкретне обладнання є вбудованим у гнучку автоматизовану лінію, ділянку або цех, система його технічного діагностування поряд із системою керування повинна увійти як складова частина до загальної АСУ виробництвом.

4. Діагностична інформація має надходити на центральний пункт обслуговування технологічного обладнання у розшифрованому та доступному для користувача вигляді. Необхідна частина інформації повинна фіксуватись у пристроях запам'ятовування із зазначенням часу, дня тижня та дати надходження з метою її подальшого аналізу, а також прогнозування стану технологічного обладнання, його окремих вузлів та механізмів. При наявності на підприємстві центральної ЕОМ вказані інформація має надходити й до неї.

5. У випадку необхідності надходження діагностичної інформації повинне супроводжуватись подачею акустичних і (або) оптичних сигналів. Під час розробки системи діагностування потрібно детально вивчити всі можливі несправності, що можуть виникати при експлуатації даної конкретної машини, а також ретельно проаналізувати їх причини та наслідки. При цьому необхідно сконцентрувати увагу в першу чергу на тих несправностях, для усунення яких потрібні максимум часу та коштів.


Якщо система діагностування створюється для визначення стану автоматизованого обладнання, то у підсистемі «Контроль готовності верстаті з ЧПК до роботи» з використанням таких засобів, як кінцеві вимикачі, реле блокування, датчики тиску, поплавкові реле та інших, здійснюється перевірка точності установки заготовки на верстаті та інструмента у магазині, вимірювання тиску у гідросистемах приводів головного руху та подачі, змащення подачі ЗОР, а також у пневмосистемі, контроль наявності у баках та резервуарах гідросистем необхідної кількості робочої рідини.

Узагальнена інформація про готовність верстаті виводиться на його контрольно-діагностичний пульт, на дисплей комп’ютерної системи вищого рівня керування та на пульт диспетчера.
У підсистемі «Оперативне циклове діагnostування» за допомогою кінцевих вимикачів, реле, вимірювальних перетворювачів систем зворотного зв'язку за положенням виконавчих елементів та таймерів системи керування верстатом, здійснюється узагальнене оцінювання його технічного стану, а також оперативний пошук місць та причин відмов або збоїв під час відпробування обладнанням заданої керуючої програми. При цьому контролюється фактична тривалість робочого циклу та його окремих етапів (наприклад, час повороту на один крок інструментального магазину, кантуюча інструмента, столу). Аналізуються одержані відхилення фактичних значень параметрів від розрахункових, і на їх основі прогнозуються зміни технічного стану вузлів та механізмів верстата, що забезпечують виконання даного етапу циклу. Враховується також число і тривалість простоїв з організаційно-технічних причин та інше.

У момент надходження сигналу про те, що тривалість того чи іншого етапу циклу перевищує допустиму (останнє рівнозначне виникненню ситуації «збій» або «відмова»), на контрольно-діагностичний пульт або на дисплей ПЧПК безпосередньо або в кодованому вигляді виводиться інформація про місце збою або відмови. Причина їх визначається самою машиною під час попереднього логічного аналізу або людиною-оператором за таблицями неправдоподібності.

Підсистема «Оперативне вузлове діагностування» використовується у тих випадках, коли можливості двох розглянутих вище підсистем є недостатніми. Як правило, спрощування даної підсистеми відбувається при порушенні функціонування верстата. Як засоби контролю у ній застосовуються тест-програми діагностування ПЧПК, пристрої приймання сигналів від елементів керування приводами головного руху та подач, а також пристрої електроавтоматики верстата. Крім цього, підсистема служить для визначення технічного стану вузлів та механізмів верстата, а також блоків ПЧПК, що забезпечують його функціонування згідно із заданою програмою.

Дані про причини відмов та рекомендації з їх усунення виводяться на екран дисплея ПЧПК. При відмові ПЧПК за допомогою вбудованої у нього комп’ютерної системи здійснюється операція самодіагностування. У випадку неможливості проведення останньої підключається комп’ютерна система керування вищого рівня, яка і здійснює діагностування ПЧПК.

Підсистема «Спеціальні методи діагностування» слугує для виконання складних операцій діагностування з використанням спеціальних пристроїв, постійне функціонування яких у складі верстата з техніко-економічних міркувань є недоцільним. Тому дані пристрої установлюються на окремій пересувній платформі і з’єднуються з обладнанням гнучкими каналами зв’язку. Для діагностування в цьому випадку використовується комп’ютерна система керування вищого рівня.

Завдяки широким діагностичним можливостям розглядувана підсистема забезпечує визначення та аналіз технічних параметрів верстата, що
характеризують його працездатність (точності позиціонування, точності обходу контуру, частотних характеристик приводів та несучої системи обладнання, точності його геометричних параметрів, а також жорсткості кінематичних пар, зazorів в них, сил тертя, ступеня зносу тощо). На основі аналізу величин змін фактичних характеристик і зіставлення їх з нормативними значеннями прогнозується ймовірність збереження працездатності машини протягом певного проміжку часу (функціональна та параметрична надійність).

Підсистема «Діагностування за результатами обробки» забезпечує контроль зміни стану тих вузлів та механізмів верстату, від точності роботи яких безпосередньо залежить точність виробів (перевіряються відхилення величин фактичних конструктивних параметрів верстату від заданих, зношування напрямних його виконавчих елементів, температурні деформації або нагрівання базових деталей, зношування різального інструмента та інше).

При обробці заготовок в умовах високоавтоматизованого виробництва особливо важливо врахування вигідного зручного проектування має контроль стану різального інструмента (його поточного зносу та наявності поломок). Він може виконуватись з використанням контактних та безконтактних датчиків оптичного, електричного або пневматичного типу як у процесі механічної обробки заготовки, так і після його завершення.

У випадку посереднього оцінювання вимірюються сила різання, обертовий момент на шпинделі, потужність привода головного руху. У момент досягнення максимально допустимих значень вказаних параметрів система діагностування дає команду на зміну затупленого або зламаного інструмента, або забезпечує зупинення обробки. Однак у наш час ще мало надійних датчиків, за допомогою яких може здійснюватись описаний контроль. Тому посереднє оцінювання ще досить рідко реалізується на практиці.

Як було показано вище, задачі технічного діагностування можуть бути різними, тому контроль тих чи інших параметрів обладнання, залежно від конкретних виробничих умов та вимог його експлуатації здійснюється частіше або рідше (рис. 9.1).

Діагностування може проводитись безперервно (рис. 9.1, а) у процесі всього часу роботи верстату та обробки заготовок. Згідно із таким законом контролюється, наприклад, температура у шафі ПЧПК або температура робочої рідини у гідросистемі верстату та інші характеристики. Ряд параметрів, наприклад функціональні характеристики системи централізованого змащення, зусилля фіксації заготовки та точність її обробки, повинні контролюватися періодично (рис. 9.1, б), але з великоючастотою. Частина контрольних операцій проводиться з меншоючастотою, наприклад один раз у зміну або після завершення обробки чергової партії виробів (рис. 9.1, в). Такі характеристики верстату, як точність його геометричних параметрів, кінематична точність, жорсткість та інші можуть контролюватись че-
рез тривалі проміжки часу з відносно низькою частотою (рис. 9.1, г), оскільки змінюються вони дуже повільно, тоді як для вимірювання даних параметрів потрібні значні витрати часу та коштів. В окремих випадках діагностування може проводитись за рішенням та командою оператора, залежно від конкретних вимог і умов (рис. 9.1, д).

Рис. 9.1. Варіанти проведення діагностування в процесі експлуатації: а – безперервне діагностування; б, в, г – переривчасте діагностування відповідно з великою, середньою і низькою частотами; д – діагностування за вимогою
10. Експлуатація агрегатних верстатів та автоматичних ліній

10.1. Особливості експлуатації автоматичних ліній

Забезпечення раціональної експлуатації агрегатних верстатів та автоматичних ліній на їх основі має особливо важливе значення, оскільки вихід з ладу тільки частини обладнання призводить до простоїв всієї лінії та різкого зниження її ефективності. У зв’язку із цим, необхідне комплексне вирішення проблем обслуговування, ремонту, контрою основних функціональних і експлуатаційних параметрів, а також керування автоматичними лініями. Технічне обслуговування автоматичної лінії включає операції з підтримання обладнання, що входить до її складу у працездатному стані, в тому числі: постачання у цех, де експлуатується лінія заготовок, інструмента, оснащення, робочої рідини, ЗОР і т.д. у кількостях, що забезпечують її безперебійну роботу; догляд за обладнанням; своєчасне виявлення та попередження несправностей; усунення найпростіших дефектів шляхом заміни або відновлення деталей або складальних одиниць, що відмовили. Технічне обслуговування автоматизованих машин повинно бути плановим, в іншому випадку різко збільшується частота відмов обладнання, знижується його довговічність, зростають експлуатаційні витрати.

Основним документом, що визначає обсяг та послідовність робіт з технічного обслуговування автоматичних ліній, є план-регламент.

Заготовки доставляються до лінії в уніфікованій оборотній тарі, що забезпечує можливість використання для їх транспортування навантажувачів, а також здійснення багатоярусного зберігання у штабелях та на стелажах.

Важливо роль відіграє також підготовка оснащення. Стан тих елементів оснащення, що мають порівняно короткий термін служби (кондукторних втулок, фіксаторних пальців, базових планок тощо), перевіряють щодня перед пуском лінії; звичайно вони підлягають заміні у плановому порядку. З метою скорочення часу вивірки положення швидкознімуваних елементів, застосовують спеціальні пристосування для налагодження їх пози лінією. Свою специфіку при експлуатації автоматичної лінії має й задача її безперебійного забезпечення інструментом. Вказану специфіку полягає у численності типів та видів інструменту, однорідності роботи великого числа інструментів, значному коливанні та скороченні періодів їх стійкості у порівнянні з аналогічним параметром інструментів, що працюють на універсальному обладнанні, а також у ритмічності та повторюваності операцій зміни. Для скорочення простоїв обладнання підналагодження положення інструмента, як правило, здійснюють за допомогою спеціальних пристосувань, що розробляють паралельно з проектуванням інструмента.

Свою специфіку при експлуатації автоматичної лінії має й задача її безперебійного забезпечення інструментом. Вказану специфіку полягає у численності типів та видів інструменту, однорідності роботи великого числа інструментів, значному коливанні та скороченні періодів їх стійкості у порівнянні з аналогічним параметром інструментів, що працюють на універсальному обладнанні, а також у ритмічності та повторюваності операцій зміни. Для скорочення простоїв обладнання підналагодження положення інструмента, як правило, здійснюють за допомогою спеціальних пристосувань, що розробляють паралельно з проектуванням інструментального оснащення. Поза верстатами можна налагоджувати лише стандартизований інструмент, що швидко замінюється. Форма поверхонь еталона, що використовується для налагодження інструмента, повинна відповідати конфігурації оброблюваної поверхні, а його твердість має бути рівною або
лише на дві-три одиниці HRC нижче твердості робочої частини інструмента.

Заміну зношеного інструмента на новий здійснюють за таких основних ознак (критеріїв): наближення фактичних відхилень розміру виробів до заданої межі поля допуску; вихід за допустимі значення фактичних величин складових сили різання або обертального моменту (реєструються за допомогою спеціальних вбудованих датчиків); поломка інструмента; число відпрацьованих інструментом циклів досягло нормативного значення або згідно із графіком примусової заміни ресурс його вичерпано. Інші критерії затуплення інструмента (наприклад, зміна кольору стружки, що сходить, нехарактерні скрип або свист під час роботи, ненормативний вигляд обробленої поверхні) в умовах автоматизованого виробництва мають другорядне значення і враховуються наладчиком при визначенні необхідності заміни інструмента лише як додаткові малоутворені ознаки.

Для інструмента автоматичної лінії, що переточується, з метою підвищення його надійності та розмірної стійкості установлені дещо нижчі норми допустимого зносу, ніж для інструмента, застосовуваного на універсальному обладнанні. Примусова заміна інструмента у цеху, де експлуатається автоматична лінія, вводиться тільки після регламентування нормативних періодів стійкості та періодичності постачання інструмента до робочих місць.

Весь обсяг робіт з технічного обслуговування автоматичної лінії ділять між кількома наладчиками, при цьому кожен з них відповідає за обслуговування обладнання, розташоване у певній зоні. Для окремих інструментів кожної зони корегують значення періодів стійкості, виходячи з конкретних умов експлуатації та установлюють їх середні значення; весь інструмент ділять на групи за величиною періоду стійкості та складають графіки його примусової заміни. За уточненими значеннями періодів стійкості визначають норми витрат інструмента, а також норми його запасу у інструментальній коморі.

Обслуговування гідросистем та систем змащення обладнання автоматичних ліній полягає у періодичній заміні в них робочої рідини, поповнення її у баках та резервуарах, перевірці і регулярному очищенні систем тощо. Сучасні автоматичні лінії оснащені проточними системами змащення різних конструкцій із засобами активного контролю їх основних робочих параметрів, що забезпечують подачу регламентованої кількості мастила і в яких передбачена можливість регулювання періодичності подачі. При роботі системи змащення у автоматичному режимі інтервал часу між двома імпульсами подачі мастила вибирається таким, щоб до моменту наступного імпульсу на поверхнях тертя деталей, що взаємно перемішуються, зберігалась би масляна плівка.

Обслуговування автоматичної лінії передбачає також періодичний догляд за системами подачі ЗОР, збирання та видалення стружки, чищення обладнання, прибирання території навколо лінії тощо.
Під час роботи автоматичної лінії обслуговуючий персонал здійснює активне спостереження за станом машин, одержує відповідну інформацію і при необхідності проводить заходи з недопущення відмов деталей та вузлів обладнання, а при їх виникненні – зразу зупиняє роботу лінії. Наладчик зобов’язаний постійно стежити за сигналами ламп, пультів та інших пристроїв світлової, звукової та цифрової індикації, за станом механізмів верстатів та транспортних пристроїв, періодично перевіряти їх функціонування; контролювати стан різальних кромок інструментів та якість оброблюваних виробів; стежити за роботою гідросистеми, перевіряти тиск та температуру робочої рідини, відсутність її витоків; постійно спостерігати за правильністю відведення стружки, за подачею ЗОР (особливо за напрямком її струму); контролювати заповнення накопичувачів та фактичну тривалість робочого циклу обладнання.

Для полегшення контролю за станом машин в автоматичних лініях широко застосовують різні методи діагностування [5], а також пристрої, що фіксують параметри фактичного технічного стану контролюваного елемента та передають вказану інформацію на табло.

Ефективна експлуатація лінії вимагає підвищення точності та надійності надходження інформації, на підставі якої приймають рішення з керування роботою машин та їх обслуговування. Як показав досвід виробництва, збільшення чисельності обслуговуючого персоналу не забезпечує суттєвого підвищення раціональності та швидкості розв’язання задач керування роботою лінії, тому для полегшення збирання та переробки інформації про фактичні значення функціональних та експлуатаційних параметрів обладнання доцільно використовувати комп’ютерну техніку, що дозволяє оперативно піднагоджувати обладнання та оснащення в залежності від їх фактичного стану та здійснювати в цілому раціональнішу експлуатацію автоматичної лінії.

За допомогою комп’ютеризованої системи експлуатації автоматичної лінії розв’язуються такі основні задачі: керування циклами роботи машин; облік їх простоїв; контроль за часом робочого циклу та визначення несправностей обладнання; облік випуску придатної і бракованої продукції в цілому по лінії та для окремих машин; формування і видача інформації з керування запасами заготовок, інструмента, мастила і т.п.; контроль стану і заміни інструмента; формування довгострокової інформації для проведення обслуговування та ремонтів обладнання; підготовка, передача та обмін інформацією з АСУП.

10.2. Обслуговування автоматичних ліній

Кількість наладчиків та операторів, що обслуговують автоматичну лінію, визначається при її проектуванні та уточнюється в процесі експлуатації.

Для ліній з жорстким зв’язком кількість обслуговуючого персоналу має бути більшою, ніж для ліній з гнучким зв’язком (останні, як правило,
обслуговуються одним оператором та одним наладчиком), оскільки у першому випадку зупинення одного верстата призводить до простою всієї лінії. Основним вихідним параметром при визначенні оптимального числа наладчиків є час, необхідний для забезпечення якісного організаційного та технічного обслуговування лінії.

Крім цього, при визначенні числа наладчиків враховують такі параметри як:
- кількість машин, що обслуговуються, та їх надійність;
- число різальних інструментів та їх стійкість (слід пам'ятати, що дійсна стійкість інструмента може значно відрізнятись від розрахункової [12]);
- кількість та надійність допоміжного обладнання (бункерів, магазинів, контрольних пристроїв і т.п.);
- відстані між верстатами, що обслуговуються, або ділянками;
- терміни експлуатації верстата;
- вартість обслуговування.

Дослідження [13], проведені для типових умов роботи автоматичних ліній з агрегатних верстатах, показують, що у випадках, коли коефіцієнт технічного використання однієї ділянки складає 0,9 ÷ 0,95, найвигіднішим є залучення одного наладчика для обслуговування двох ділянок. Якщо коефіцієнт використання має значення менше вказаного, то на кожній ділянці повинен бути свій наладчик. У окремих випадках при низькій надійності обслуговування доцільно для обслуговування кожної ділянки лінії використовувати двох наладчиків. Завдяки скороченню часу простої і підвищенню продуктивності роботи лінії, навіть при збільшенному фоні заробітної плати персоналу, що її обслуговує, собівартість обробки заготовок знижується.

Типовими вважають такі умови роботи автоматичної лінії з агрегатних верстатах, при яких:
- відносна вартість обладнання, що входить до її складу дорівнює

\[ k = \frac{C_1}{C_p}, \]

де \( C_1 \) – вартість однієї ділянки автоматичної лінії;
\( C_p \) – річний фонд заробітної плати одного наладчика;
- відношення тривалості переміщення наладчика в зоні ділянки з метою контролю роботи лінії до середнього чистого часу усунення несправностей \( \alpha = 0,5 \);
- відношення підготовчо-заключного часу, що витрачається при обслуговуванні одного верстата протягом зміни, до змінного фонду часу \( \beta = 0,06 \).

Для ліній з гнучким зв'язком можна вважати, що у випадках, коли коефіцієнт технічного використання одного верстата \( \eta_{тв} = 0,75 ÷ 0,8 \), то найвигіднішою є організація обслуговування одним наладчиком чотирьох
верстатів; при \( \eta_{тв} = 0,7 \div 0,75 \) – один наладчик може ефективно обслуговувати три верстати; якщо \( \eta_{тв} = 0,6 \), кожен верстат повинен обслуговувати окремий наладчик.

На рис. 10.1 наведена залежність оптимального числа верстатів \( z \), що обслуговуються одним наладчиком, від розмірів зони обслуговування та надійності верстатів у роботі. Відстань між верстатами або ділянками автоматичної лінії має істотне значення тільки при обслуговуванні обладнання з високим коефіцієнтом технічного використання.

Коефіцієнт \( \alpha \) враховує не тільки час переходу наладчика до верстатів, що відмовив, але й час визначення несправності.

Згідно із досвіду Московського карбюраторного заводу оптимальне число агрегатних верстатів, що можуть ефективно обслуговуватись одним наладчиком, повинно складати \( z = 6 \div 8 \). Оптимальне число операторів визначається залежно від конструкції лінії, маси та габаритних розмірів оброблюваної заготовки.

Лінії повинні обслуговувати наладчики, що пройшли спеціальну підготовку та мають кваліфікацію, відповідну 5–6-му розряду. Наладчик повинен обов’язково знати будову вузлів та механізмів обладнання лінії, гідрравлічних та пневматичних пристроїв, методи їх налагодження та регулювання, застосований різальний і допоміжний інструмент, фактори, що впливають на точність обробки тощо.

Наладчик повинен вміти знайти причину несправності та усунути її в якомога короткий термін, у зв’язку з чим йому має бути добре відома послідовність взаємодії всіх вузлів автоматичної лінії.

Наладчик повинен постійно стежити за якістю обробки заготовок, станом базових поверхонь пристосувань та різального інструмента, його роботою, функціонуванням систем змащення та збирання стружки.

Автоматичну лінію слід регулярно очищувати від бруду та стружки, тому на допомогу наладчикам необхідно виділяти загальноштатний обслуговуючий персонал. Прибирання доцільно проводити після завершення другої зміни, а передачу лінії – здійснювати на ходу в присутності старшого наладчика. Завдяки такій організації зменшується час простоїв, обумовлених певними затримками надходження робочої рідини у порожнини гід-
родвигунів, початком збільшення тиску у них та переміщенням виконавчих елементів після подачі відповідних команд.

До штату обслуговуючого персоналу автоматичної лінії повинен входити старший наладчик, обов'язки якого полягають у здійсненні контролю роботи всієї лінії, оформленні замовлень на ремонтні роботи та приймання лінії після ремонту, перевірці правильності розміщення робітників на ділянці, своєчасності постачання різального інструмента, якості прибирання лінії, послідовності виконання операцій заміни емульсії, мастила, очищення фільтрів і т.д.

Старший наладчик повинен також вести журнал обліку простоїв лінії із зазначенням в ньому їх тривалості та причин. Крім цього, в даному журналі необхідно вказувати, які профілактичні та ремонтні роботи проводились, хто їх виконував, а також якими є результати перевірки окремих агрегатів перед установленням їх на лінії.

Якщо ті чи інші механізми лінії занадто часто відмовляють старший наладчик має написати службову записку на ім’я механіка цеху (заводу) із проханням замінити або відремонтувати їх. Окрім зауважень щодо надійності вузлів, старший наладчик дає оцінку функціонування лінії та наводить рекомендації, при дотриманні яких, на його думку, буде підвищена зручність обслуговування та регулювання як окремих механізмів, так і лінії в цілому.

10.3. Організація робочого місця наладчика автоматичних ліній

Під час організації робочого місця наладчика автоматичних ліній необхідно забезпечити зручність підходу та роботи на ньому, а також регламентовані Типовою системою температуру повітря, вологість та освітлення (див. розд. 3.1).

На робочому місці повинна бути робоча або інструментальна шафа (інколи необхідні обидві шафи). У інструментальній шафі зберігається набір використовуваних різальних, допоміжних та контрольних інструментів, а також необхідні у роботі наладчика пристосування, мастильні та протиральні матеріали.

Схема інструментальної шафи для автоматичних ліній, у якій змонтовані лічильний та сигналний пристрій, системи примусової заміни різального інструмента, показана на рис. 10.2. На лицьовій стороні шафи зберігається набір використовуваних різальних інструментів, а також необхідні у роботі наладчика кочення, а також частину матеріалів.

Весь інструмент лінії розбитий на п’ять груп з періодами стійкості 600, 1200, 2400, 4800 та 9600 циклів.

У момент пуску автоматичної лінії вмикається лічильник циклів 1, від соленоїда якого через важільний механізм приводиться в обертання лічильник пристрій для інструментів трьох груп.
Після того, як автоматична лінія відпрацює перші 600 циклів оброб- 
ки, стрілка лічильного пристрою 2, установленого на панелі 3, зробить по-
вний оберт, в результаті чого загориться сигнална лампа 4, що вказує на 
необхідність заміни інструментів першої групи. У цьому випадку слід зу-
пинити лінію (іноді здійснюється автоматичне зупинення) і замінити весь 
інструмент даної групи.

Після відпрацювання лінією наступних 600 циклів замінюють ін-
струменти, що входять у першу і другу групи і т.д. Замінені на попере-
дньому етапі інструменти, проходять через стадії розбирання, промивання, 
огляду, контролю, заточування, відновлення, ремонту та попереднього на-
лагодження поза верстатом, виконання яких у часі суміщене з роботою лі-
нії.

Інструменти, що згідно із технологічним процесом є необхідними 
для здійснення обробки даної конкретної заготовки, повинні знаходитись 
на робочому місці у кількості, що відповідає технічній документації.

Рис. 10.2. Інструментальна шафа з лічильним та сигналним пристроями
Різальні інструменти після зняття з верстатів мають проходити централізоване заточування, після якого фактичні геометричні параметри їх робочої частини повинні відповідати заданим, вказаним на ескізі. Використання інструмента з невідповідною геометрією робочої частини може призвести до скорочення періоду його стійкості та числа переточувань, а також до погіршення якості обробки виробів.

Контрольні інструменти мають проходити примусову перевірку згідно із графіками центральних вимірювальних лабораторій підприємства (ЦВЛ). Необхідні кількість та номенклатура гайкових ключів, викруток, молотків та інших інструментів визначаються з врахуванням характеру і обсягу наладжувальних робіт, типажу кріпильних деталей та інших специфічних даних про обладнання, що обслуговується.

Інструменти слід зберігати у футлярах із щільної тканини або дерматину і доставляти до місця наладження у спеціальних переносних ящиках.

10.4. Профілактика та умови стабільної роботи автоматичних ліній

Для стабільної роботи автоматичної лінії необхідно періодично проводити профілактичні огляди та ремонти її обладнання, а також дотримуватись ряду обов'язкових вимог.

До основних вимог профілактики відносяться такі: регулярне змащення поверхонь тертя та підтримання заданих рівнів робочої рідини і мастила у баках та резервуарах гідросистем; застосування мастильних матеріалів у точній відповідності з інструкціями з експлуатації; регулярний контроль робочої температури підшипників ковзання та кочення; своєчасна заміна різального інструмента та деталей, що швидко зношуються; періодичне спостереження за роботою шляхових перемикачів, блокувальних пристроїв, пневматичних та гідравлічних клапанів, регуляторів витрат, дроселів; своєчасна заміна ЗОР; регулярна перевірка надійності фікації оброблюваних заготовок та різального інструмента; підтримання у робочому стані систем стружковидalenого, а також завантажувально-розвантажувальних пристроїв; перевірка якості та точності складання машин після ремонту, забезпечення захисту їх від корозії і т.д.

Планові ремонти обладнання автоматичних ліній виконують в основному у неробочі дні. У ремонтному господарстві цеху, в якому змонтована лінія, має бути достатній запас деталей, що швидко зношуються.

Ремонт машин автоматичної лінії слід виконувати із застосуванням агрегатного методу (див. розд. 6.2), замінюючи повністю окремі вузли, силові головки, насадки та супутники навіть у випадках відмови в них тільки одного або декількох елементів. При цьому значно скорочується тривалість ремонту і зберігається технологічна надійність верстатів (лінії).

Окремі агрегати повинні ремонтуватись, випробовуватись та готуватись до монтування спеціальною групою механіків.
Для нормальної роботи лінії необхідно витримувати такі вимоги:
1. Коливання напруги в системі її електроживлення не повинні перевищувати +15%, – 15% від номінальної.
2. Тиск стисненого повітря в пневномережі має бути не нижчим 0,4 МПа.
3. Стиснене повітря повинно подаватись до апаратури керування сухим та чистим.
4. Охолодна вода у теплообмінниках повинна мати температуру не вищу 16 °C.
5. Заготовки, оброблювані на лінії, повинні відповідати технічним умовам на постачання і мати розміри, відхилення яких від заданих є допустимими.
6. Стійкість різального інструмента має відповідати розрахунковій.

10.5. Експлуатація різального інструмента
У процесі механічної обробки заготовок має місце зношування робочої частини різального інструмента. Відомо, що на початковому етапі експлуатації інструмента процес його зношування відбувається відносно повільно і рівномірно у часі, а у подальшому – прискорено. Найраціональнішою є заміна інструмента наприкінці періоду його нормального зношування.
У виробничих умовах досить важко визначити момент часу, коли знос інструмента досягає гранично допустимої величини. Згідно із положеннями теорії різання металів основними критеріями гранично допустимого зносу є:
1. Силовий критерій. Затуплення інструмента стає недопустимим, якщо на ньому різко збільшується сила різання. Даний критерій є досить об'єктивним, але для контролю складових сили різання потрібні спеціальні прилади. При наявності останніх можлива реалізація автоматичного підналагодження режимів різання в процесі обробки.
2. Критерій блискучої смужки. Інструмент вважається затупленим, якщо на обробленій поверхні сталевих деталей з'являється блискуча смужка, а на чавунних – темні плями. Дані смужки виникають в результаті тертя зношеної задньої поверхні інструмента та оброблюваної поверхні заготовки. Однак описаний критерій може бути використаний не у всіх випадках. Наприклад, він є непридатним при обробці за допомогою твердосплавного інструмента, а також при розточуванні отворів малого діаметра.
3. Технологічний критерій. Знос інструмента є недопустимим, якщо точність або чистота обробленої з його допомогою поверхні не відповідають заданим. При чистовій обробці даний критерій є визначальним, а при чорновій – не використовується взагалі.
4. Критерій лінійного зносу. Інструмент вважається зношеним, якщо знос по його задній поверхні або кутах досягне певної величини, вказа-ної у довідкових таблицях [12]. У виробничих умовах за даними величи-
нами можна визначити дійсну стійкість інструмента та середнє число циклів, після відпрацювання яких слід здійснити його заміну.

Необхідно також враховувати, що при роботі на нижчих режимах різання зношування інструментів відбувається плавніше, що дозволяє у випадках їх експлуатації на автоматичних лініях проводити заміну інструмента при більшому, ніж таблична величина [12] значення фактичного зносу.

Під час експлуатації автоматичних ліній застосовують дві основні системи заміни інструментів: індивідуальну та групову. При індивідуальній заміні кожен з інструментів використовується тільки до тих пір, поки його знос не досягне гранично допустимої величини. Недоліком даної системи є необхідність здійснення при її реалізації частих зупинок обладнання лінії. У випадках використання другої системи замінюють зразу декілька інструментів, при цьому ресурс деяких з них залишається невичерпаним повністю. Разом з тим перевагою у порівнянні із індивідуальною заміною є те, що при груповій заміні зменшується загальне число зупинок, підготовок до пусків (включаючи операції перевірки вихідного положення виконаних елементів машин, вмикання подачі ЗОР, мастила і т.д.) та пусків лінії, а отже і питомий час її простій.

При виборі найраціональнішої для даної конкретної лінії системи заміни інструментів необхідно порівнювати питомі втрати часу випадку реалізації того чи іншого її варіанта. На рис. 10.3 для ліній з різним числом використовуваних інструментів показані залежності втрат часу \( \Sigma C_i \) від числа \( N \) одночасно замінюваних інструментів.

Криві побудовані для таких умов: підготовочний час - заключний час дорівнює часу заміни одного інструмента (40 с), мінімальна стійкість \( T = 90 \) заготовок, кожен наступний за стійкістю інструмент забезпечує обробку на 10 заготовок більше попереднього. Як видно з графіка, якщо число одночасно використовуваних інструментів при обробці на верстаті або лінії, складає \( N = 1 \div 4 \), втрати часу є невеликими, незалежно від реалізації того чи іншого варіанта заміни. Чим більше інструментів \( N \).
одночасно працює на лінії, тим ефективнішим є застосування групової заміни. Найвигідніше замінювати по 4–5 інструментів одночасно. Дана умова справедлива тільки при стабільній та надійній роботі інструментів. При експлуатації автоматичних ліній з агрегатних верстатів у ряді випадків відмовляються від групової заміни як менш ефективної. Стабільність та надійність роботи інструментів залежать не тільки від їх числа, але і від параметрів оброблюваних заготовок, у першу чергу від їх твердості та геометричних розмірів. Наприклад, при свердлінні отворів або нарізанні внутрішньої різби у заготовках з кольорових сплавів з використанням високих швидкостей різання стійкість інструмента може змінюватись у 3–4 рази залежно від твердості оброблюваного матеріалу.

Перед установленням на обладнанні лінії різальний інструмент, як новий, так і переточений, повинен піддаватись контролю, під час якого перевіряються геометричні розміри його робочої частини, кути заточення та чистота поверхонь. Для інструмента автоматичних ліній допустимим є тільки централізоване заточування.

10.6. Основні правила вибору та призначення мастила для змащення вузлів та деталей автоматичних ліній

Вибір марки робочної рідини для систем змащення обладнання автоматичних ліній здійснюють за такими правилами.

1. Чим більшими є питоме навантаження або робоча температура поверхонь тертя деталей машин, що взаємопереміщуються, тим більшою повинна бути в'язкість робочної рідини.

2. Чим вищою є швидкість відносного переміщення поверхонь тертя, тим меншою має бути в'язкість.

3. Температура застигання робочної рідини повинна бути нижчою мінімальної допустимої температури у приміщенні, а температура спалаху – вищою максимальної робочої температури.

4. При відсутності необхідного мастила його можна замінити іншим аналогічною чи дещо більшою в'язкості або сумішшю двох мастил потрібної в'язкості. Малов'язкі мастильні суміші для змащення швидкодіючих механізмів можна одержувати з індустриальних мастил, розбавлюючи їх високоякісним гасом. Остаточна в'язкість мастила повинна бути перевірена у лабораторії.

5. Як робочу рідину для гідросистем слід застосувати тільки стабільні мастила, для яких криві температурної в'язкості є найбільш пологими.

6. У всіх випадках у робочу рідину не повинна потрапляти вода або емульсія, оскільки наявність даних сторонніх домішок призводить до її емульсування та витиснення з мащених вузлів, руйнування мастильної плівки, перегрівання та виходу механізмів з ладу.

Пластичні мастила та мазі, застосовувані для змащення деталей та вузлів машин, є тонкими колоїдними сумішами (emuльсіями) мінерального мастила у кількості 75–95% із загусниками, якими служать, наприклад,
солі жирних кислот. В залежності від складу розрізняють мазі на кальцієвій, натрієвій та кальцієво-натрієвій основі.

Найчастіше для набивання масляних та корпусів кулькових і роликових підшипників, а також для змащування зубчастих і ланцюгових передач застосовують солідоли.

Основною характеристикою мазей є пенетрація, яка визначає густоту змащування. Пенетрація вимірюється за допomoю спеціального приладу – пенетрометра – залежно від глибини занурення у мастило під дією сили власного тяжіння вимірювального конуса з кутом при вершині 90° і масою 150 г, протягом 5 с при певній температурі. Пенетрація дорівнює глибині занурення конуса, вираженій у десятих частках міліметра. Чим меншою є пенетрація, тим густіша мазь.

Іншою характеристикою мазі є температура її краплепадіння. Останню визначають з використанням приладу, основним елементом якого є капсула, насаджена на термометр. Під час перевірки капсула заповнюється досліджуваною маззою.

Кальцієві мастила (солідоли УС-2, УС-3) мають низьку температуру краплепадіння. Під час плавлення волога, що входить до їх складу, випаровується і вони втрачають мастильні властивості. Однак дані мастила є досить стійкими в умовах вологої атмосфери, навіть при безпосередньому потраплянні в них певної кількості води.

Натрієві мастила (констеліни УГ-1, УГ-2 та інші) мають відносно високу температуру краплепадіння і не втрачають мастильних властивостей при охолодженні після розплавлення. Основним недоліком даних мазей є висока ймовірність розкладання при потраплянні вологи.

Пластичні мастила не застосовують при високих швидкостях переміщення пар тертя та підвищених робочих температурах.

Витрати мастильних матеріалів нормуються. Під нормою витрат розуміють таку мінімальну кількість мастила, при використанні якої забезпечуються мінімальні втрати енергії та найнижча робоча температура поверхонь тертя.

У нормі витрат не враховуються кількість мастила, необхідна для початкового заповнення баків та резервуарів мастильної системи.

Звичайно норми витрат мастила розраховують на машину в цілому без розбивання по вузлах. При цьому витрати пластичних мастил складають близько 3,5% їх загальних витрат.

При необхідності можна визначити витрати мастила потрібні для забезпечення якісного змащування окремих деталей. З цією метою враховують норми одnorазових витрат мастильних матеріалів, наприклад для змащування ходових гвинтів, зубчастих коліс, плоских поверхонь, підшипників коліс...
зання та кочення тощо. У подібних випадках необхідні витрати розраховують в залежності від розмірів деталі та системи її змащень.

10.7. Техніка безпеки під час налагодження та експлуатації агрегатних верстатів і автоматичних ліній

Перед пуском верстата або лінії наладчик та оператор повинні виконати такі операції:

1. Оглянути верстат (лінію) і переконатись у справності його (її) механізмів. Виконавчі елементи всіх механізмів повинні знаходитись у вихідних положеннях.
2. Привести у порядок робоче місце (місця). Оглянути головний та налагоджувальний пульт керування, підлогу, решітку, підставку і витерти їх насухо.
3. Перевірити справність механізмів керування, змащувальних систем, рівень робочої рідини та тиск у гідросистемах.
4. Оглянути захисні пристрої верстата (лінії).
5. Проконтролювати стан та надійність закріплення різального інструмента, пристосування та заготовки.
6. Відрегулювати освітлення таким чином, щоб світло було спрямовано у робочу зону.
7. Перевірити систему охолодження та рівень ЗОР у її резервуарі.
8. Перевірити наявність та працевдатність пристроїв для відведення та збирання стружки; ще раз оглянути верстат (лінію).
9. Виконати спробний пуск верстата (лінії) і перевірити роботу його (її) автоблокування та кнопок аварійної зупинки.

У процесі експлуатації автоматичної лінії необхідно дотримуватись таких вимог:

1. Періодично та вчасно збирати стружку.
2. Оброблені деталі складати у належному порядку.
3. Підтримувати задане положення кожного інструмента, яке він має займати на обладнанні лінії; вчасно замінювати затуплений інструмент.
4. Стежити за правильністю установлення на лінії заготовок, надійністю їх закріплення, забезпечувати правильну роботу інструмента.
5. Не залишати ключ у патроні після заміни різального інструмента.
6. Не торкатись обертових частин машин в процесі їх роботи.
7. Вмикати верстат (лінію), тільки після переконання, що це нікому не загрожує небезпекою.
8. Для витягнення з тримачів та оправок частин зламаного інструмента користуватись спеціальними прийомами.
9. При заміні патрона або закріплюваного в ньому інструмента підкладати під шпиндель дерев'яний брусок.
10. Під час знімання різального інструмента, патрона або перехідної втулки зі шпинделя користуватись спеціальним ключем, клином та молотком.
11. При поломці інструмента, виявлених несправностей у верстаті, транспортері, пристосуванні, ослабленні кріпильних болтів, планок, про- кладок негайно зупинити верстат (лінію).

12. В процесі роботи лінії необхідно проводити її періодичний огляд з метою переконання у нормальний роботі всіх механізмів.

13. При необхідності підналагодження обладнання, слід зупинити лі- нію, вимкнути пневмо- та гідросистеми і на рубильник вмикаючи електро- живлення повісити табличку з написом «Не включати. Йде налагодження». Якщо під час налагодження електрообладнання лінії знаходиться під напругою, то біля пускового пульта має бути обов’язково присутній електропромонтер.

14. Весь персонал, що обслуговує лінію, повинен знати вказані вище правила техніки безпеки й отримати відповідні інструкції з її експлуатації.

Протипожежні заходи

Пожежа на лінії може виникнути внаслідок запалення гасу, мастильних речовин, обтирального матеріалу, фарби і т.д. Ще одною розповсю- дженою причиною пожежі є забруднення верстата (лінії).

Під час прибирання робочих місць біля автоматичної лінії обтиральні матеріали необхідно складати у спеціальні металеві ящики, а легкозаймисті предмети та балони з газом переносити у місця, що спеціально при- значені для їх зберігання.

Після завершення роботи на лінії слід вимкнути все її обладнання та електроприлади і залишити включеними тільки лампочки чергового освітлення.

Місцеве протипожежне оснащення лінії повинно знаходитись у від- повідному місці. Слід періодично перевіряти його стан.
11. Види зношування та дефектів деталей і вузлів машин

Виявлення дефектів, ремонт та модернізація машин

11.1. Зношування деталей та вузлів машин

Термін служби обладнання визначається в основному швидкістю зношування його деталей та інтенсивністю втрати механізмами первісних функціональних та експлуатаційних характеристик. Зношуванням називають процес руйнування та відокремлення матеріалу з поверхні твердого тіла, необоротний процес зміни форми, розмірів та стану поверхонь деталей машини під час її експлуатації. В залежності від умов роботи одні деталі зношуються швидше, інші повільніше. Основними видами зношування є [14]: механічне, при заїданні та окисне.

Перший вид зношування поверхневого шару матеріалу деталей, які разом працюють є результатом механічних впливів, внаслідок яких відбувається стирання та зрізання контактуючих поверхонь. Інтенсивність механічного зношування істотно збільшується при наявності на поверхнях тертя абразивного пилу, сторонніх твердих частинок, що призводить до зниження на них змащення, параметрів шорсткості тощо. Окрім зношування, обумовленого відносним переміщенням контактуючих деталей, можливе змінання їх поверхневих шарів, що характерно для шліцьових, шпонкових, різьбових та інших з’єднань.

Під час роботи машин ряд їх деталей, в тому числі вали, зубчасті колеса, шатуни, підшипники, пружини і т.д., піддаються впливу змінних вантажень, що призводить до значно інтенсивнішого зниження йх міцності, ніж під дією статичних навантажень. Вплив циклічних навантажень викликає втомування зношування та руйнування деталей з утворенням на їх поверхнях зон тріщин та зламу. Поверхня зони тріщин є гладкою, а поверхня зони зламу – зернистою або з раковинами. Такий вигляд зношених поверхонь говорить про те, що причиною поломки є втома. Для запобігання руйнуванню від втоми необхідно правильно вибрати розміри перерізу з’єднаної деталі, форма якого повинна бути по можливості без різких переходів від однієї ділянки до іншої. Слід до цього ж враховувати, що наявність на обробленій поверхні рисок та подряпин може також спричинити виникнення втомувальних тріщин.

Зношування при заїданні відбувається в результаті схоплювання однієї поверхні з іншою, а також глибинного виривання матеріалу. Таке зношування є причиною недостатнього змащення та значного питомого тиску в зоні шільного контакту двох поверхонь, внаслідок чого на них починають діяти міжмolecularні сили. Схоплювання відбувається також і при високих швидкостях ковзання або у випадках впливу на поверхні тертя значних тисків, в результаті чого їх температура суттєво зростає.
Окисне зношування поверхонь деталей відбувається у тих випадках, коли вони піддаються безпосередньому впливу води, повітря, хімічних речовин та коливань температури. Так, недопустимо підвищення температури повітря у виробничому приміщенні, коли в ньому містяться, вступають у контакт з холоднішими металевими деталями та осаджуються на них у вигляді конденсату. Останнє викликає корозію металу, тобто обумовлює початок з'єднання металу з киснем повітря та руйнування деталей з втратою ними механічної міцності. Описані явища мають місце при роботі детей шліфувальних, електрохімічних та інших верстатів, що працюють у контакті з водоемульсійними рідинами. Внаслідок того, що контакт ряду деталей того чи іншого вузла машини є безпосереднім, корозійне зношування звичайно супроводжується й механічним впливом. У цьому випадку відбувається так зване корозійно-механічне зношування.

Про наявність помітного зносу тих чи інших деталей обладнання можна судити за зміною характеру їх роботи. Наприклад, підвищений шум у зубчастих передачах є ознакою зношування профілю їх зубців. Недопустимо зношування шліцьових та шпонкових з'єднань при зміні напрямку обертання або лінійного переміщення виконувальних елементів машини, що приводиться в рух з їх допомогою. За рівнем шуму можна оцінити і стан вузлів з підшипниками кочення. Діагностикування проводять за допомогою спеціального приладу – стетоскопа. При його відсутності можна скористатися металевим прутком, що прикладають до точки поверхні вузла, яка є найближчою до підшипника. При нормальній роботі останнього буде чутний лише слабкий шум, рівномірне тонке дзижчання. Різкий звук або свідчить про те, що у підшипнику відсутне мастило або тіла кочення занадто сильно затиснені між біговими доріжками внутрішнього та зовнішнього кілець. Інтенсивний шум, (часті дзвінки, стукотиння) свідчить про те, що на кульках, роликах або кільцах виникли раковини або у підшипник потрапив абразивний пил чи бруд. Глухі удари вказують на ослаблення посадки підшипника у корпусі або на валу.

Факт істотного зношування складальних одиниць машини можна установити не тільки на слух, але й за виглядом поверхонь заготовки, оброблені на їй. Наприклад, наявність на останніх після здійснення токарної обробки рівномірно розташованих кільцевих виступів або западин свідчить про знос зубців рейкового колеса та рейки механізму поздовжньої подачі верстата, внаслідок чого рух його супорта стає більш переривчастим. Даний дефект обробки часто обумовлюється також і зношуванням поверхонь напрямних станин та каретки супорта, що призводить до порушення співвісності отворів у фартуху та коробці подач для установлення ходового вала; крім цього, недопустимо змінюється зазор у рейковій передачі.
Збільшення величини «мертвого» ходу рукояток поздовжньої або поперечної подачі супорта або столу верстата свідчить про зношення різьби відповідних гвинтів та гайок. У даному випадку під мертвим ходом розуміють певний кут, при повороті на який рукоятки керування переміщення, пов’язаного з нею виконавчого елемента машини не відбувається.

Для оцінювання значення зносу поверхонь тертя базових деталей обладнання рекомендується застосовувати метод «штучних баз». При реалізації методу на поверхнях, які піддаватимуться зношуванню, заздалегідь витискають лунки певної форми (рис. 11.1). На зміну режиму тертя вони практично не впливають, внаслідок відносно малих розмірів: глибина 50 – 75 мкм, довжина 1,7 – 2 мм, відстані між сусідніми лунками 100 – 200 мм. Виконують лунки за допомогою алмазної піраміди (способ здійснення), або з використанням обертового твердосплавного ролика (способ «вищерування»). Другий способ є доксоналішим, оскільки при його реалізації по сторонах лунки не відбувається спучування металу, що дозволяє точніше виконувати вимірювання. За величиною зменшення глибини лунки протягом певного часу роботи верстата, судять про значення зносу. Глибина лунки визначається за формулою

\[ h = \frac{L^2}{8} \cdot r, \]

де \( L \) – довжина лунки;
\( r \) – радіус кривизни поглиблення.

У випадку використання способу «вищерування» лунки можна виконує
вати за допомогою приладу ПВЛ-2 (рис. 11.2). Прилад приєднують до освітлювальної мережі машини та установлюють на зношувану поверхню її базової деталі з таким розрахунком, щоб ролик 1, закріплений на оправці 2, контактуював з ділянкою, на якій необхідно виконати лунку. За допомогою вимикача 9 вмикають лампу освітлювача 7 та електромагніт 8, що забезпечує жорстку фіксацію положення приладу на базовій поверхні. Далі на останню наносять дві-три краплі окислювача (1%-го розчину K₂CrO₄ у воді); вмикають електродвигун 3, вал якого пов’язаний з оправкою 2. Шляхом повороту рукоятки 6 наближають ролик 1 до базової поверхні із забезпеченням «витирання» на ній лунки.

Рис. 11.2. Прилад для виконання лунок на поверхнях напрямних машин: 1 – ролик; 2 – оправка; 3 – електродвигун; 4 – вісь; 5 – кронштейн; 6 – рукоятка; 7 – освітлювач; 8 – електромагніт; 9 – вимикач

Довжину L лунок вимірюють із застосуванням приладу МИБ-2, що являє собою відліковий мікроскоп з мікрометричним гвинтом.

На поверхнях напрямних машин лунки виконують ближче до їх середини і у напрямку, що є перпендикулярним напрямку руху по напрямних виконавчих елементів. Останнє забезпечує збереження чіткості кромок лунок при зношуванні.

Допустиму величину зносу напрямних станцій токарно-гвинторізних та свердильно-фрезерних верстатів нормують залежно від заданих точності та розмірів оброблюваних на них заготовок. Якщо знос напрямних перевищує 0,2 мм, віброустойкість обладнання значно знижується, і хоча, згідно із умовами забезпечення заданої точності обробки заготовок, можливе продовження його використання, доводиться зупинити машину на капітальний ремонт у зв’язку із погіршенням якості оброблюваних поверхонь (утворення на них слідів, обумовлених інтенсивними вібраціями виконавчих елементів у процесі роботи) або внаслідок зменшення продуктивності.
Допустима величина зносу напрямних поздовжньо-строгальних та поздовжньо-фрезерних верстатів може бути визначена за формулою

\[ U_{\text{max}} = \delta (L_0/L_1)^2, \]

де \( \delta \) – похибка обробки на верстаті (допуск на відповідний розмір деталі), мм;
\( L_0 \) – довжина напрямних станини, мм;
\( L_1 \) – довжина оброблюваної заготовки, мм.

Для плоских напрямних значення зносу дорівнює відстані по вертикалі від деякої умовної прямої, що проходить через точки на незношенних кінцях напрямних, до зношеної поверхні. Для верстатів з напрямними \( V \)-подібного або трикутного поперечного перерізу з кутом основи \( \alpha \) допустима величина зносу обчислюється як

\[ U_{\text{max}} = \delta \cos \alpha (L_0/L_1)^2. \]

При експлуатації автоматичних ліній, що включають велику кількість контролюваного обладнання, доступ до поверхонь тертя якого з метою оцінювання їх зносу є обмеженим, поряд з методом «штучних баз», застосовують метод поверхневій активації. У випадку реалізації останнього робочі ділянки поверхньо напрямних верстатів, шпиндельних вузлів, зубчастих, гвинтових та черв'ячних передач, інших відповідальних механізмів піддають поверхневій активації у циклотронах пучком прискорених заражених частинок (протонів, нейтронів, альфа-частинаок). Глибина активованого шару повинна відповідати передбачуваній величині лінійного зносу деталі. Для контролю великихабаритних деталей використовують спеціальні попередньо активовані вставки. Про величину зносу активованих поверхонь судять, періодично вимірюючи енергію випромінювання.

Одним з основних заходів зменшення інтенсивності зношування деталей машин є змащення поверхонь тертя, які в результаті розділяються шаром мастила і таким чином дрібні нерівності (шорсткості) на них не контактує кільким собою. Реалізація циркуляційного змащення сприяє кращому відведеню тепла, видаленню із зони контакту сторонніх частинок та продуктів зношування, а також захисту деталей від корозії, ніж здійснення періодичного нанесення мастила вручну.

11.2. Методи виявлення дефектів та відновлення деталей машин
11.2.1. Види дефектів та методи їх виявлення

Дефекти, що виникають у процесі експлуатації обладнання, можна розділити на три групи: зношування, сюди ж відносяться подрібнені, риски, задирки; механічні пошкодження (тріщини, викришування зубців, по-
ломки, вигини та скручування), хіміко-теплові пошкодження (короблення, раковини, корозія).

Більшість великих та середніх механічних дефектів виявляють при зовнішньому огляді. У деяких випадках перевірку здійснюють за допомогою молотка. Деренчливий звук при обстукуванні деталі молотком свідчить про наявність у ній значних тріщин.

Для виявлення дрібних тріщин можна використовувати різні методи дефектоскопії. Найпростішими є капілярні методи. Якщо, наприклад, опустити деталь на 15 – 30 хвилин у гас, то при наявності тріщин рідина проинкуватиме у них. Після ретельного протирания, поверхні деталі покривають тонким шаром крейди, яка поглинає гас із тріщин, в результаті чого на поверхні з'являються темні смуги, що вказують місцезнаходження дефектів. Для точнішого визначення місцезположення тріщин застосовують рідини, що світяться при опроміненні їх ультрафіолетовими променями (капілярний люмінесцентний метод). Такою рідиною є наприклад, суміш в складі 5 частин гасу, 2,5 частин трансформаторного масла та 2,5 частин бензину. Деталь занурюють на 10 – 15 хвилин у дану суміш, потім промивають і просушують, після чого опромінюють ультрафіолетовими променями (рутуно-кварцевою лампою). У місцях тріщин виникає світло-зелене світіння.

Крім цього, наявність у деталях тріщин можна виявити із застосуванням методів магнітної дефектоскопії. Деталь намагнічують і далі змочують магнітною суспензією (порошок окису заліза, розмішаний у маслі, гасі або водно-мільного розчині). У місцях тріщин утворяться скупчення порошку (рис. 11.3, а). Поздовжні тріщини виявляють при проходженні магнітних ліній навколо деталі (рис. 11.3, б), а поперечні тріщини – при поздовжньому намагнічуванні, коли магнітні лінії проходять уздовж осі деталі (рис. 11.3, в).

Дефекти, розташовані усередині матеріалу деталі, виявляють за допомогою рентгеноскопічного методу. При цьому рентгенівські промені, що проходять через контролювану деталь, потрапляють на чутливу плямку, на якій бездефектні об’єми відображаються як темніші плями, а щільні сто-

Рис. 11.3. Схеми проведення магнітної дефектоскопії: а – скупчення магнітного порошку біля тріщини; б – ротаційне намагнічування; в – поздовжнє намагнічування
ронні включення – як світліші плями.

У наш час певне розповсюдження одержав також ультразвуковий метод виявлення тріщин та інших прихованих дефектів. При його реалізації до досліджуваної деталі прикладають ультразвуковий зонд, основною частиною якого є кристалічний генератор механічних коливань високої частоти (0,5 – 10 МГц). Дані коливання, проходячи через матеріал деталі, відбуваються від її внутрішніх вільних поверхонь (тріщин, поверхонь розриву, раковин і т.д.) і потрапляють назад у зонд. Прилад реєструє час запізнення відбитих хвиль відносно випромінених. Чим більший даний час, тим більшою є глибина, на якій розташований дефект. Для кращої передачі коливань до досліджуваної деталі останню звичайно поміщають у рідину (воду, масло і т.п.).

Багаторазове використання зношених деталей машин може бути забезпечено при реалізації таких методів, як відновлення первісних розмірів, переводення їх у іншу розмірну групу, а також методу компенсаторів.

11.2.2. Методи відновлення деталей та механізмів машин

Відновлення деталей та механізмів обладнання здійснюють за допомогою кількох основних методів.

Обробку різанням або метод ремонтних розмірів застосовують для відновлення точності напрямних верстатів, зношених отворів або шийок валів, різьби ходових гвинтів та в інших аналогічних випадках. Як правило, з двох з’єднуваних деталей ремонтують більш дорогу, трудомістку у виготовленні та металосмугу деталь, а замінюють – більш дешеву. У випадку значного зносу виконувачів поверхонь деталі її після необхідного відновлення (токарної, строгальної або шліфувальної обробки) переводять залежно від величини ремонтних розмірів у наступну групу.

Ремонтним називають розмір, до якого обробляють зношенну поверхню при відновленні деталі. Розрізняють вільні та регламентовані ремонтні розміри. Вільними називають розміри, величина яких не установлюється заздалегідь, а визначається та забезпечується безпосередньо в процесі обробки, після усунення ознак зношування та відновлення вихідної форми деталі. Згідно зі значеннями отриманого розміру, заданого зазору або натягу у з’єднанні та з використанням методу індивідуальної пригонки, здійснюють обробку парної деталі. При цьому до початку відповідної ремонтної пригнаної операції виконати остаточну обробку запасних частин неможливо, що є недоліком системи вільних ремонтних розмірів. Регламентований ремонтний розмір – це заздалегідь устанавлений розмір, до якого ведуть обробку зношеної поверхні при її відновленні. При цьому запасні частини можна виготовляти заздалегідь, з’явилися умови для застосування при ремонті методу взаємозамінності, а також для прискорення процесу відновлення. Основними вихідними даними при розрахунку регламентованих ремонтних розмірів є величина зносу за міжремонтний період, а також припуск на обробку. Остаточне значення ремонтного розміру уста-
новлюють, виходячи з умов міцності, довговічності, а також з врахуванням конструктивних особливостей з’єднаних деталей.

При ремоні напрямних верстатів порушені розмірний ланцюг, що з’єднує їх поверхні з поверхнями кареток супорта або інших складальних одиниць, відновлюють шляхом закріплення на напрямних деталей-компенсаторів [6].

З використанням методу зварювання відновлюють деталі зі зламами, тріщинами, відколами. Спосіб наплавлення є різновидом зварювання, який полягає у тому, що на зношену ділянку наплавляють присадковий матеріал. Застосування для наплавлення металів більш зносостійких, ніж основний матеріал відновлюваної деталі, а також твердих сплавів дає можливість багаторазово проводити її ремонт та значно збільшити термін служби. Однак при відновленні елементів машин зварюванням та наплавленням необхідно враховувати ймовірність виникнення в них деформацій (короблення), а також внутрішніх напруг, обумовлених нерівномірністю нагрівання.

При ремонті сталевих деталей досить часто застосовують дугове зварювання металевими електродами. Зварюваність сталі залежить від її хімічного складу, тобто вмісту вуглецю та легуючих елементів, таких, як хром, марганець, нікель та інших. Зі збільшенням числа та питомої маси останніх зварюваність погіршується. Сталі з меншим вмістом вуглецю та легуючих елементів можна наплавляти або зварювати у звичайних виробничих умовах без попереднього нагрівання та без подальшої термічної обробки. Деталі зі сталі, що має обмежену або погану зварюваність, можуть давати тріщини в зоні зварювання, у зв'язку із чим їх рекомендується попередньо відпалювати при температурі 500 – 600 °С, а після завершення зварювання піддавати загартуванню та відпуску.

При відновленні деталей з чавуну, а також з вуглецевих сталей товщиною до 3 мм, використовують в основному газове зварювання у киснево-ацетиленовому полум'ї з певним надлишком ацетилену (так зване, відновлювальне полум'я). При цьому застосовується також чавунний присадковий матеріал у вигляді прутків з підвищеним вмістом вуглецю та кремнію (вказані елементи у процесі зварювання частково вигоряють). Для захисту від розплавлення остаточного матеріалу використовують флюси, крім цього, при наявності відповідних умов, процес зварювання здійснюють у середовищі інертного газу.

Деталі із сірого чавуну можна зварювати з попереднім загальним нагріванням, з місцевим підігріванням або без них. Зварювання з попереднім підігріванням до 500 – 700 °С умовно називають гарячим, з нагріванням до 250 – 450 °С – напівгарячим, а без підігрівання – холодним. Кращі результати дає гаряче зварювання. Достатньо поширення одержав також спосіб відновлення деталей з чавуну з використанням зварювання та паяння латунним дротом і прутками з мідно-цинкових олов'яних сплавів. При реаліза-
щії даного способу зварювані кромки нагріваються тільки до температури плавлення припою.

Ковкий чавун погано піддається зварюванню звичайними методами, тому деталі з нього відновлюють із застосуванням латунних електродів або електродів з монель-металу, тобто сплаву нікелю з міддю, залізом і марганцем. Монель-метал має високі корозійну стійкість і механічну міцність.

Для здійснення високоякісного зварювання необхідна відповідна підготовка поверхонь, що зварюються, а також реалізація заданого режиму їх охолодження. Великі деталі охолоджують разом з пічю, дрібні поміщають у сухий гарячий пісок або золу, оскільки швидке охолодження призводить до утворення твердого та ламкого вибіленого чавуну. Нерівномірне охолодження сприяє виникнення у зварених деталях внутрішніх напруг та появлі тріщин.

Суть методу металізації, який також використовується для відновлення деталей машин, полягає у розплавленні металу та розпиленні його струменем стисненого повітря на дрібні частинки, що впроваджуються у нерівності зношеної поверхні та зчіплюються з нею. Металізації можуть піддаватись деталі з різних матеріалів, що працюють при рівномірному і відносно невеликому навантаженні. Оскільки нагрівання металізованої деталі відсутнє ймовірність виникнення у ній будь-яких внутрішніх напруг та короблень повністю усувається. З використанням методу металізації може бути нарощений шар металу товщиною від 0,03 до 10 мм і більше.

Металізаційні установки можуть бути газовими (метал в них плавиться у полум'ї газового пальника) та дуговими. Схема дугового металізатора показана на рис. 11.4. В його корпусі установлена котушка з дротами 3, що подаються за допомогою двох пар роликів 5, які повільно обер-

Рис. 11.4. Схема дугового металізатора
таються. Електричний струм підводиться до дротів по проводах 6. У зоні зближення дротів виникає електрична дута, при нагріванні від якої метал дротів плавиться і під впливом струменя стисненого повітря, що надходить по трубі 4, викидається на деталь 1.

Поверхню, яка буде піддаватись металізації необхідно, попередньо знежирити; вона повинна бути достатньо шорсткуватою, що забезпечується шляхом її піскоструминної обробки, насиченням на ній за допомогою зруба забойї, нарізанням дрібної різби (на деталях круглого поперечного перерізу) та при використанні інших способів. Нарощений шар 2 є пористим, міцність зчеплення його з металом основи є достатньою для здійснення обробки різанням, але недостатньою для протидії динамічним та ударним навантаженням. Забезпечення достатньої пористості нарощеного шару сприяє підвищенню зносостійкості металізованої поверхні за рахунок кращого утримання на ній мастильного матеріалу та зниження коефіцієнта тертя.

Хромування – це ще один метод відновлення зношених поверхонь деталей, при реалізації якого на даних поверхнях електролітичним шляхом здійснюється осадження хрому. Хромовані поверхні мають підвищені твердість та зносостійкість, але погано протидіють впливу динамічних навантажень. Хромування є менш універсальним методом, ніж металізація, оскільки при його використанні нарощений шар хрому має відносно невелику товщину (до 0,1 мм) товщиною (при збільшенні товщиною шару якість його погіршується). Крім цього не забезпечується достатньої рівномірності та якості покриття поверхонь деталей складної конфігурації. Разом з тим, розглядуваний метод має ряд безперечних переваг перед іншими методами відновлення деталей.

Так, нарощений шар хрому після часткового зношування може бути легко вилучений гальванічним шляхом (дехромуванням), і, таким чином, забезпечується можливість оновлення деталей без зміни їх розмірів. Далі, застосування розмірного хромування дозволяє спростити весь процес обробки за рахунок скорочення операції остаточного шліфування і, нарешті, процес хромування відбувається при низьких температурах, у зв'язку з чим структура основного металу не порушується.

Хромування успішно застосовують і при відновленні великогабаритних деталей, що не можуть бути поміщені в хромувальні ванни або містять поверхні настільки значної площа, що для нанесення на них покриття потрібно забезпечити електричний струм надвеликої сили. Використання у подібних випадках переносних ванн, що безпосередньо охоплюють хромовані поверхні деталі (рис. 11.5), або реалізація послідовного хромування поверхонь окремими поясами великих площ дозволяють успішно розв'язати вищеописані проблеми.
11.3. Методи ремонту машин

Перед розбиранням ремонтуваної машини необхідно перевірити її на геометричну точність і записати всі виявлені відхилення. Розбирання здійснюють по вузлах. Якщо немає кінематичної схеми обладнання, її розробляють у процесі розбирання, крім цього, паралельно складають відомість виявлених дефектів [6].

Деталі, положення яких у вузлі повинне бути строго визначеним (кулачки, муфти, гідророзподільники тощо), необхідно маркувати. Для цього застосовують електрограф, ударне або кислотне клеймо.

Видалення штифтів з різьбовим кінцем здійснюють після накручування на них гайок, штифти з різьбовим отвором вибивають за допомогою спеціального ударного пристосування (рис. 11.6, а). Посадки з натягом розбирають за допомогою преса або знімача. Крім цього, для розбирання застосовують молотки з мідними бойками або мідні стержні. Для полегшення демонтажу
іноді здійснюють підігрівання насаджуваної деталі, наприклад у гарячому маслі [6]. З цією ж метою з'єднані деталі доцільно занурити на 8 – 10 годин у гас. При демонтажі підшипника знімальну силу прикладають безпосередньо до його посадженого з натягом кільця або до деталі, розташованої за підшипником (рис. 11.6, б).

Після завершення розбирання деталі промивають у гасі або бензині, а потім насухо витирають. Для економії гасу ним заповнюють тільки верхню частину ванни для промивання (нижня частина заповнюється водою). Бруд, що залишається у ванні після промивання, виділяється разом з водою і гас забруднюється менше. Ефективнішим та пожежобезпечнішим є гаряче промивання деталей машин у ваннах з паровим антикорозійним розчином.

Розглянемо декі основні методи ремонту деталей машин.

Зламаний вал (рис. 11.7, а) можна відновити шляхом напресовування нової частини на стару з устано вленням у поперечному накрізному отвірі, що проходить через обидві частини штифта (рис. 11.7, б), або методом зварювання з подальшим обточуванням зварного шва (рис. 11.7, в).

Зношенну різьбу у корпусній деталі (рис. 11.7, г) розсвердлюють і розвертують, а в отриманий отвір запресовують втулку з новою внутрішньою попередньо нарізаною різьбою. Запресовану втулку при необхідності додатково фіксують стопором-гвинтом (рис. 11.7, д). Із застосуванням описаного методу ремонтують також і деталі з гладкими отворами.

Точну посадку по бокових сторонах зношеного шліцьового вала (рис. 11.7, е) можна відновити, якщо після відпалювання вала розширювати шліці ударами керна, а далі виконати гарчування та шліфування бокових сторін.

Рис. 11.7. Схеми реалізації різних методів відновлення деталей
Внутрішній діаметр бронзової втулки (рис. 11.7, ж) можна зменшити від \( d_1 \), до \( d_2 \) шляхом осаджування її на пресі. При цьому висота втулки не змінюється.

У загальному випадку застосування того чи іншого методу ремонту диктується технічними вимогами на деталь та економічною доцільністю, залежить від конкретних умов на виробництві, наявності необхідного обладнання та установлених термінів ремонту.

Завершальними етапами ремонту металорізального обладнання є його складання, регулювання та випробування. Спочатку складають окремі вузли та механізми машини, далі здійснюються їх монтування на основі, при цьому найраціональнішим є метод паралельного виконання складальних робіт із залученням бригади кваліфікованих слюсарів, що дозволяє значно скоротити час простою обладнання в ремонті. Наприклад, загальне складання токарного верстату доцільно почати з установлення каретки суporto на відновлених напрямних станин. Після закріплення на ній притирних планок, перевіряють і забезпечують необхідну плавність переміщення каретки по напрямних. Одночасно монтують передню бабку, коробку подач, фартух, ходові гвинт та вал. Передню бабку необхідно установити таким чином, щоб вісь шпинделя була паралельною до напрямних станини. Дотримання даної вимоги контролюють за допомогою зразкової опрацювання, вставленої в отвір шпинделя та індикатора, закріпленого на супорті.

Після установлення та вивірення вказаних складальних одиниць монтують електродвигун привода головного руху і регулюють пасову передачу, що зв’язує його з коробкою швидкостей. Далі установлюється двигун швидких переміщень супорта, у резервуари коробки передач заливається мастило, закріплюються кожухи і т.д. Після завершення виконання даних стадій можна вмишати верстат і здійснювати його попереднє обкатування. Метою останнього – є виявлення можливих дефектів складання та забезпечення припрацьовування поверхонь терття деталей, що взаємно переміщуються.

Обкатування проводять спочатку на холостому ходу і на найменших швидкостях, контролюючи при цьому надходження мастила до поверхонь терття. Одночасно перевіряють роботу всіх блокувальних пристроїв. Далі почергово вмикають всі робочі швидкості до найбільшої. На максимальній швидкості обладнання поїде відпрацювати не менше 1 години без пере-
рви. Аналогічним чином перевіряють роботу механізмів привода подач. У процесі обкатування контролюють температуру нагрівання підшипників приводів, яка для верстатів не повинна перевищувати температуру повітря у цеху більше ніж на 40 – 50 °C. При цьому всі механізми повинні працювати плавно, без поштовхів та вібрацій. Безвідмовно повинна бути і робота електрообладнання. Не допускаються навіть найменші несправності.

Під навантаженням металорізальні верстати випробовують шляхом обробки на них деталей-зразків з використанням різних швидкостей різання відповідно до технічних даних паспорта обладнання. Випробовування здійснюють з навантаженням верстати до номінальної потужності привода, при поступовому збільшенні глибини різання та подачі. Допускається й короткочасне перевантаження машини, але не більше ніж на 25% від номінальної потужності. Всі механізми верстата під навантаженням повинні працювати справно та надійно.

Далі перевіряють геометричну точність верстата та шорсткість обробленних на ньому, при відтворенні заданих режимів різання, поверхонь зразкової деталі. На даних поверхнях не повинно бути рисок та подряпин, а точність розмірів еталона має відповідати технічним даним, вказаним у паспорти верстата.

Приймання верстатів після капітального ремонту проводять за тими ж самими нормами точності, що установлені для нового обладнання аналогічної моделі. Окрім перевірок на точність верстат піддається випробовуванням на жорсткість. З цією метою його шпиндель та супорт навантажують за допомогою динамометра певною регламентованою силою і вимірюють із застосуванням індикаторів деформації даних виконавчих елементів [6]. При невідповідності фактічних показників жорсткості верстата заданим проводять регулювання зазору у його підшипниках, підтягування болтів, клинців, планок та інших кріпильних деталей. При цьому не можна допускати перетягування підшипників, що часто призводить до їх перегрівання в роботі, порушення плавності переміщення виконавчих елементів машини та недопустимого збільшення робочих зусиль на них.

11.4. Модернізація машин

Під час проведення капітального ремонту бажано здійснювати і модернізацію обладнання з врахуванням умов його експлуатації та з використанням останніх досягнень науки і техніки. Під модернізацією машин розуміють внесення в їх конструкцію часткових змін і удосконалення з метою підвищення технічного рівня обладнання до рівня сучасних моделей аналогічного призначення (загальнотехнічна модернізація) або для розв’язання тих чи інших технологічних задач виробництва з пристосування наявного обладнання до конкретних умов його експлуатації (виконання певних операцій з виготовлення оригінальних деталей, реалізації заданих режимів різання), а також з підвищення якості продукції, що випускається, за допомогою даної машини (технологічна модернізація). В результаті модерніза-
ції має, як правило, підвищитись продуктивність роботи обладнання, зменшитись експлуатаційні витрати, знизитись частка бракованих виробів, а в ряді випадків і збільшитись тривалість міжремонтного періоду. Уявлення про основні напрямки модернізації металорізальних верстатів дає схема, наведена на рис. 11.8.

Модернізація з метою скорочення машинного часу роботи обладнання здійснюється шляхом поліпшення його технічних характеристик: збільшення потужності привода, розширення діапазону значень швидкостей різання та подач. Останнє має супроводжуватись підвищенням жорсткості та вібростійкості окремих вузлів машини, жорсткості закріплення на них інструмента тощо.

Модернізацію для скорочення допоміжного часу проводять шляхом оснащення верстатів різними затискними та завантажувально-розвантажувальними пристроями, пристроями активного контролю розмірів у процесі обробки [5], програмного керування.

Поліпшення характеристик точності модернізованих верстатів досягають завдяки підвищенню їх кінематичної точності (удосконалення відлікових пристроїв, пристроїв корекції), геометричної точності (удосконалення конструкцій опор шпиндельів, установлення прецизійних підшипників, підвищення жорсткості вузлів і т.д.), зменшенню температурних деформацій (застосування циркуляційного змащення, температурних компенсаторів і т.д.).

Разом з тим модернізацію обладнання доцільно здійснювати тільки за умови її економічної ефективності. Передчасна модернізація, так само як і спізніла, призводить до виробничих збитків.
Основні напрямки модернізації металорізальних верстатів

Автоматичні лінії з верстатів-автоматів, напівавтоматів та універсальних верстатів, що працюють окремо

Автоматизація циклу обробки заготовок на верстаті

Автоматизація завантаження та розвантаження

Підвищення потужності

Підвищення жорсткості

Збільшення швидкості різання

Збільшення подачі

Концентрація операцій та переходів

Механізація та автоматизація закріплення заготовки

Механізація та автоматизація перемикання швидкостей і подач

Механізація та автоматизація холостих прискорених переміщень вузлів

Механізація та автоматизація отримання розмірів (відлікові пристрої, упори)

Удосконалення елементів керування (пуск, зупинка, гальмування, реверсування)

Механізація та автоматизація вимірювання розмірів та чистоти обробки поверхонь заготовок в процесі обробки (активний контроль)

Автоматизація передачі заготовок від верстатів до верстата

Автоматизація повного циклу роботи верстата

Осанення верстата пристроями для виконання не властивих йому операцій

Окрім конструктивні зміні у верстаті для збільшення гранчичних розмірів оброблюваних заготовок

Підвищення жорсткості вузлів верстата

Установлення пристроїв для корекції та усунення зазорів (уматочинах, передачах напрямних тощо)

Установлення підшипників підвищеної точності

Скорочення машинного часу

Скорочення допоміжного часу

Пристосування верстата до виконання певної технологічної операції зі зміною або без зміни його призначення

Підвищення довговічності деталей, що швидко зносяться

Введення пристроїв регулювання для компенсації зносу

Забезпечення безшумності роботи верстата

Установлення місцевого освітлення

Установлення захисних пристроїв та блокувань

Розширення технологічних можливостей верстата при збереженні його основного призначення

Підвищення точності

Скорочення часу обробки деталей

Спеціалізація

Поліпшення експлуатаційних параметрів та підвищення рівня безпеки роботи

Повільнення темпів розвитку наук і техніки
Литература


