



УДК 658.012.011.56(621.771.24:621.937)

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ АГРЕГАТАМИ ВОГНЕВОГО РІЗАННЯ ПЛИТ



В.Б. Корбут,
М.Г. Ісєвлєв, *канд. техн. наук,*
В.Г. Бутко,
С.Є. Мойсенко

Актуальність проблеми. Одним із найважливіших показників ефективності функціонування товстолистого прокатного стану є витрата металу (видаткові коефіцієнти) на тонну продукції. Зменшення видаткових коефіцієнтів металу забезпечується підвищенням точності геометричних розмірів плит, які вирізають із розкатів на агрегатах вогневого різання при автоматичному керуванні цими агрегатами, а також за рахунок роботи в мінусовому полі допусків на геометричні розміри плит[1].

Виклад основного матеріалу. Автоматизована система керування агрегатами вогневого різання (АСК АВР) ділянки обробки плит товстолистого стану 3600 містить у собі п'ять ідентичних комплектів (чотири робочих – за числом АВР, п'ятий – резервний) [2].

Створення АСК АВР передбачає такі переваги:

- підвищення точності і стабілізація геометричних розмірів заготовок, які вирізають із плит, за рахунок автоматичного керування;
- зменшення видаткових коефіцієнтів металу за рахунок роботи в мінусовому полі допусків на геометричні розміри заготовок;
- заміна застарілого обладнання сучасним з метою підвищення надійності функціонування устаткування стана;
- збільшення терміну служби устаткування АСК АВР за рахунок використання сучасної техніки з високими характеристиками надійності;
- скорочення часу незапланованих простоїв

устаткування через відмови технічних засобів АСК АВР;

Функції, які реалізує АСК АВР [3; 4]:

- збирання, обробка і перевірка вірогідності інформації щодо положення механізмів агрегатів вогневого різання;
- вимір поточного положення механізмів агрегата вогневого різання, у тому числі його мосту і пальників;
- відображення отриманої інформації;
- діагностування датчиків технологічної інформації АСК АВР;
- введення завдань на геометричні розміри заготовок, які вирізають;
- контроль вірогідності введення інформації щодо завдань на геометричні розміри заготовок;
- встановлення мосту і пальників у положення, що забезпечує формування заготовок із заданими геометричними розмірами.

Збирання, обробка і перевірка вірогідності отриманої інформації включає в себе прийом інформації від датчиків; фільтрацію прийнятих сигналів; визначення вірогідності отриманої інформації.

Вимір поточного положення механізмів агрегатів вогневого різання включає в себе визначення: відстані, пройденої кожним пальником від базового положення; відстані, пройденої кожним пальником від довільно заданих маркерів, наприклад від країв заготовки; поточного значення відстані між пальниками; відстані, пройденої мостом, від

довільно заданих маркерів.

Допустиме відхилення геометричних розмірів сформованих заготовок від заданих становить $\pm 5\text{мм}$ по ширині і $\pm 10\text{мм}$ по довжині.

Діагностування технічних засобів АСК АВР і сигналізація про відхилення в роботі устаткування включає в себе діагностування: датчиків технологічної інформації; засобів обчислювальної техніки, а також видачу операторові сигналів про невідповідність інформації і відмови датчиків.

Реалізована АСК АВР на базі промислового контролера ADAM – 5510M фірми Advantech з відповідним набором модулів вводу-виводу.

Взаємодія технологічного персоналу з об'єктом здійснюється через пристрій вводу і панель відображення інформації, які розташовані на пульті оператора, а саме (рис. 1):

- введення завдань на геометричні розміри заготовок, що вирізаються, і інших параметрів, необхідних для роботи системи, наприклад температура заготовки, з якої вирізається плита, здійснюється з клавіатури, яка має цифрові і функціональні клавіші;

- відображення інформації здійснюється індикаторною LCD панеллю, що має чотири рядки

яскравих і контрастних білих символів висотою 10 мм на синьому полі;

- для керування режимами роботи і функціями системи, введення «умовних нулів» і пуску/зупинення системи, а також для реалізації допоміжних операцій використовуються сучасні комутаційні елементи.

Для узгодження з безконтактними системами керування електроприводами механізмів і агрегатів використовуються модулі виводу аналогових і дискретних сигналів.

Основою структури системи є промисловий контролер ADAM – 5510M фірми Advantech (рис. 2). До складу контролера, крім базового блоку на чотири слоти, входять 16-канальний модуль введення дискретних сигналів ADAM – 5051S, 16-канальний модуль виведення дискретних сигналів ADAM – 5056S, модуль введення числоімпульсних сигналів ADAM – 5080 і модуль виведення аналогових сигналів ADAM – 5024. Цей склад модулів введення-виведення забезпечує всю номенклатуру вхідних і вихідних сигналів АСК АВР, однак не залишає можливостей для подальшого розвитку системи. Для організації резервних каналів дискретного введення-виве-

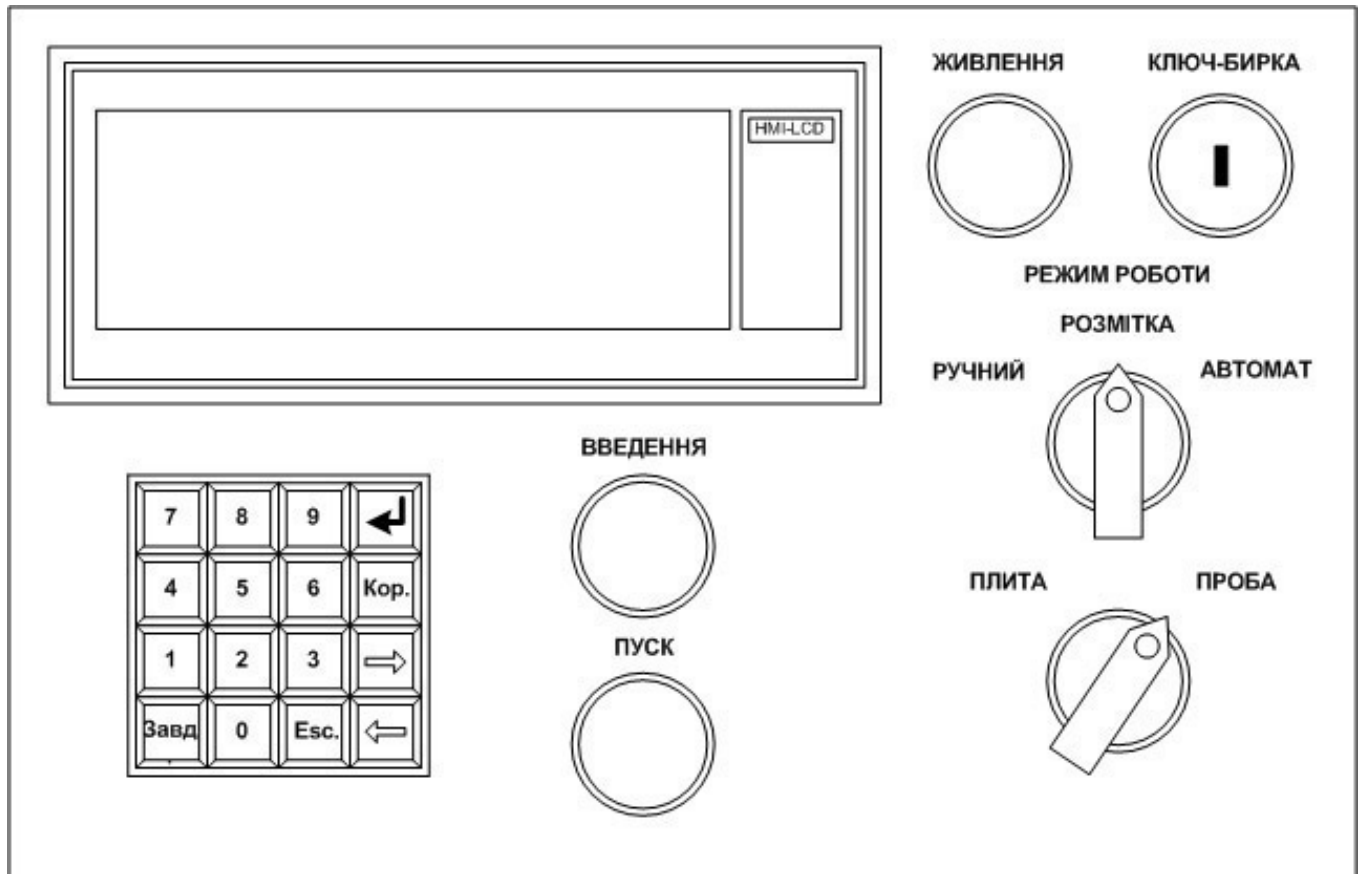


Рис. 1. Розташування органів керування і відображення інформації на пульті оператора АВР

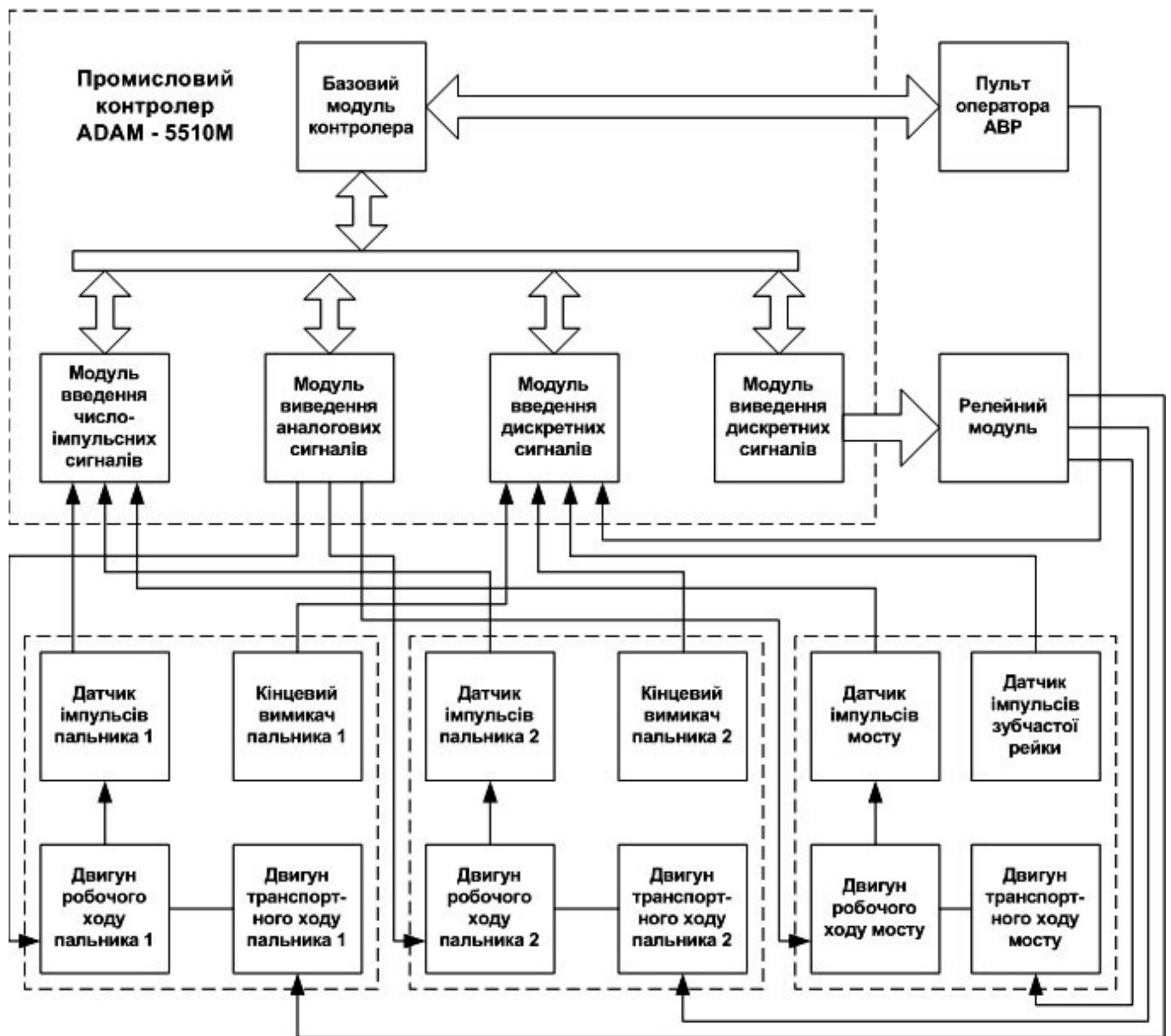


Рис.2. Схема структурна автоматизованої системи керування агрегатом вогневого різання плит

дення використовується комбінований модуль введення (вісім каналів) і виведення (сім каналів) ADAM – 4050, зв'язаний з контролером через інтерфейс RS – 485.

Сигнали від датчиків положення обох пальників і мосту надходять на відповідні входи модуля ADAM – 5080, до складу якого входять чотири 32-розрядні реверсивні лічильники. Напрямок рахунку – додавання або віднімання визначається напрямком переміщення відповідного механізму АБР, а сигнали керування напрямком рахування формуються безпосередньо датчиками імпульсів.

Досвід експлуатації датчика положення мосту показав, що привідна шестерня редуктора датчика часто виходить із зачеплення з зубчастою рейкою переміщення мосту. При цьому зникають

імпульси і, як наслідок, збільшується похибка визначення положення мосту. Для запобігання цьому в АСК АБР застосована подвійна схема визначення положення мосту. Навпроти зубчастої рейки встановлено індуктивний датчик «рахає» кількість зубів, пройдених мостом під час переміщення. Оскільки крок зубів однаковий по всій довжині рейки, а сам метод знімання інформації досить перешкодостійкий, то шлях пройдений мостом, визначається як сума двох величин – відстані, відповідній кількості пройдених зубів рейки і відстані, пройденої мостом після останнього зуба до заданого положення. Ця відстань визначається кількістю імпульсів, що надійшли з датчика переміщення мосту, помноженому на їхню «ціну». При цьому вплив «втрати»

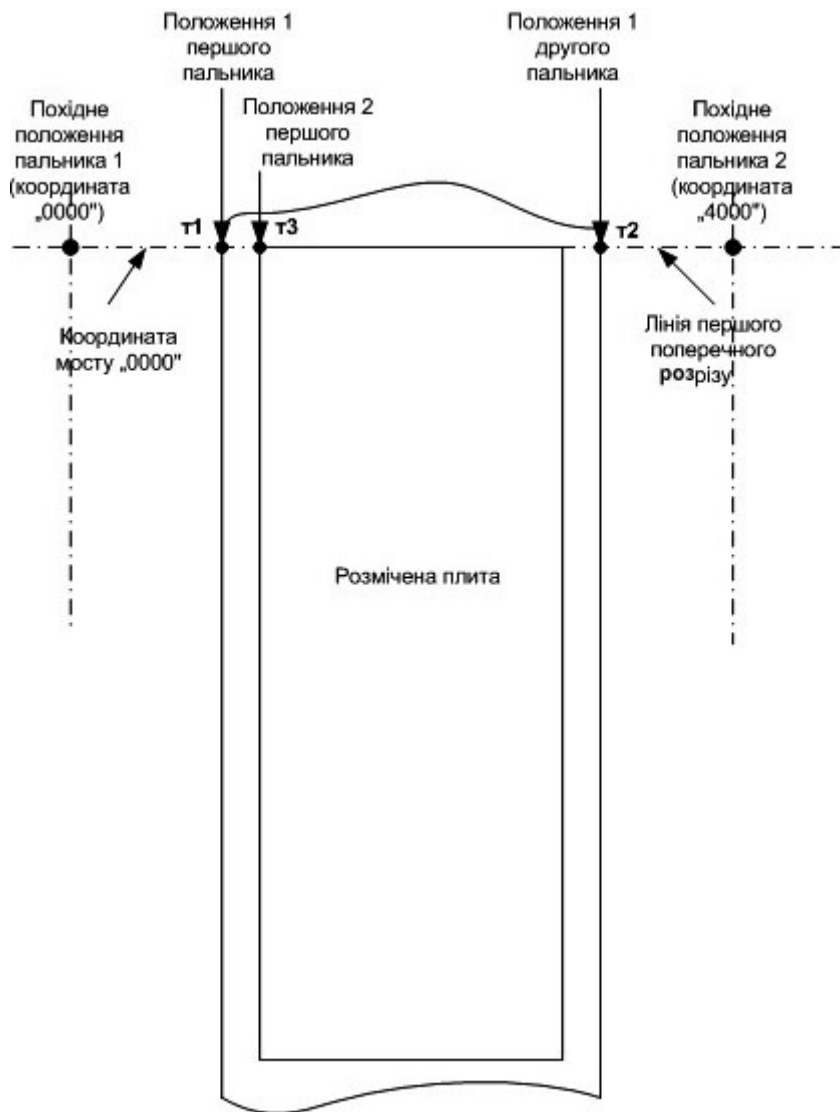


Рис. 3. Схема розмітки однієї заготовки

імпульсів датчика положення мосту позначається лише в інтервалі переміщень, які не перевищують величину кроку зубів привідної рейки.

Конструктивно система виконана у вигляді двох блоків – пульта оператора й блоку керування. Пульт оператора системи розміщений на знімній верхній панелі пульта керування агрегатом вогневого різання плит. На цій панелі розміщені всі елементи відображення інформації, введення параметрів і комутації пульта АСК АВР. Для здійснення швидкої заміни пульта керування (у разі його відмови) резервним пультом передбачене швидкороз'ємне електричне з'єднання з блоком керування.

Блок керування АСК АВР виконаний у пиловологозахисній металевій шафі, в якій розміщені промисловий контролер, джерела живлення контролера і зовнішніх пристроїв, релейний блок, клемні колодки тощо. Усі зовнішні з'єднання

блоку керування виконуються через роз'яття типу 2РМ відповідних модифікацій. Зокрема, підключення до контакторних схем керування приводами АВР виконані через 24-контактні роз'яття модифікації 2РМДТ, які мають підвищену електричну міцність і підвищену навантажувальну здатність контактів. Комплект датчиків кожного окремого механізму АВР (датчик імпульсів і кінцевий вимикач для кожного пальника, датчик імпульсів і індуктивний датчик зубів рейки для мосту) підключаються до блоку керування через своє 19-контактне роз'яття типу 2РМ.

Описана концепція використання швидкороз'ємних електричних внутрішніх і зовнішніх з'єднань дає змогу за мінімально короткий час відновлювати працездатність системи в разі виникнення відмов окремих її компонентів шляхом простої і швидкої заміни їх резервними.

Функціонує АСК АВР так: після включення

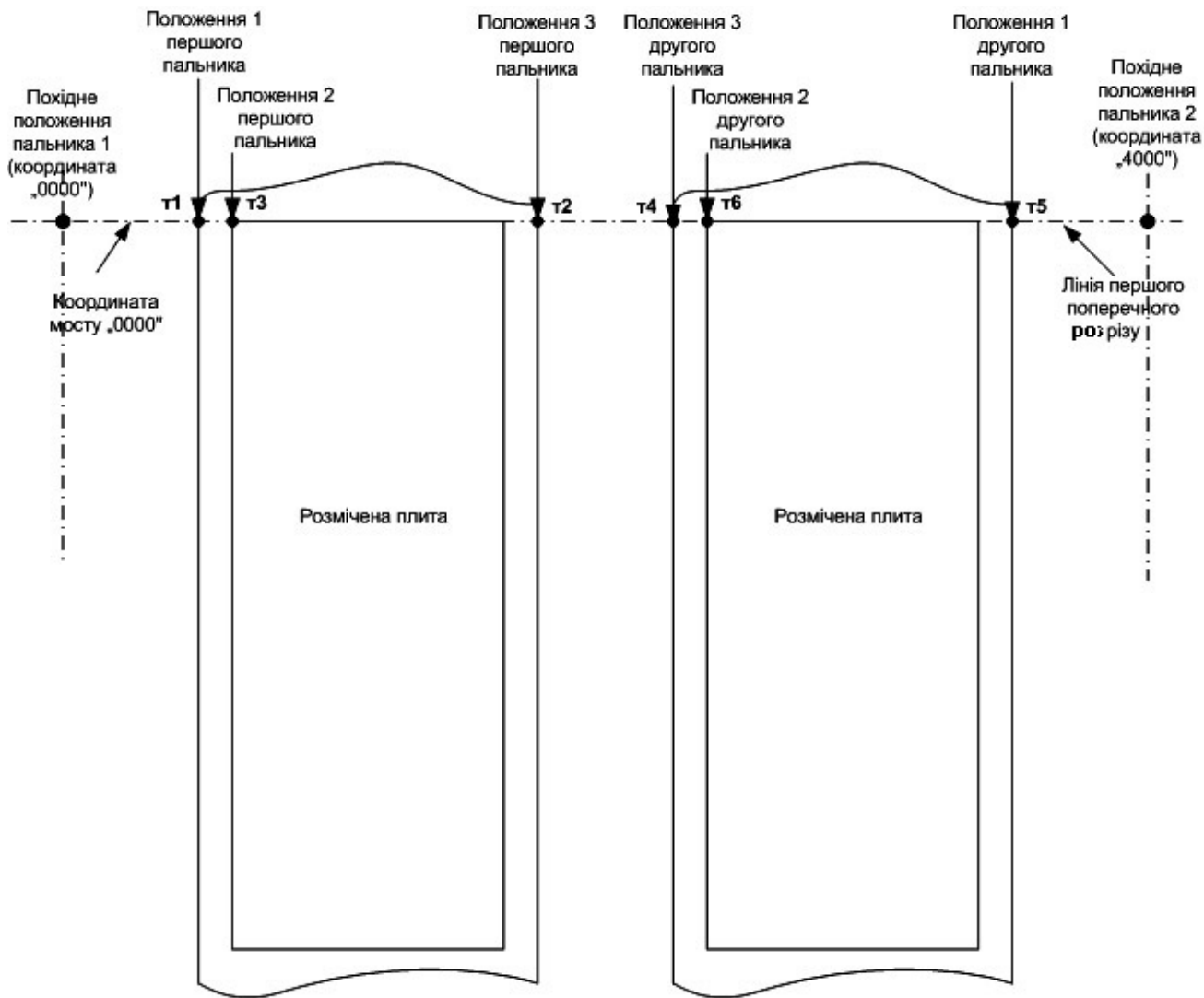


Рис. 4. Схема розмітки двох заготовок

живлення системи й контролю його наявності (горить індикатор «живлення в нормі») оператор АВР переконується в готовності системи до роботи (горить індикатор «готовність») і приступає до послідовного введення в систему геометричних розмірів плити (ширина, довжина й товщина), яку необхідно вирізати із заготовки, що надійшла на ділянку. Якщо у відповідь на запрошення системи ввести якийсь із параметрів оператор не вводить його числове значення, а лише натискає кнопку «введення» на клавіатурі, то це означає, що система використає значення цього параметра з попередньої заготовки.

Далі оператор вводить номер «активного» пальника, тобто пальника, що буде робити поперечний розріз плити і величину температури заготовки, що надійшла на поріз. Необхідність введення останнього параметра викликана тим, що за технологічною інструкцією температура

заготовок, що поступають на ділянку різання, може досягати більш як 100°C . Якщо не враховувати зміну геометричних розмірів заготовок унаслідок температурного розширення, то після охолодження їхні розміри можуть стати значно меншими порівняно з заданими.

Після введення параметрів оператор повинен здійснити введення похідного («нульового») положення пальників. Для цього він установлює перемикач вибору режимів роботи в положення «автомат» і натискає кнопку «введення» на клавіатурі. У результаті цих операцій починається перевірка стану кінцевих вимикачів пальників і, якщо обидва з них перебувають у розімкнутому стані, то і обидва пальники автоматично починають рухатися в крайні (похідні) положення. У момент спрацьовування кінцевого вимикача пальника відбувається обнуління відповідних лічильників положення пальників.

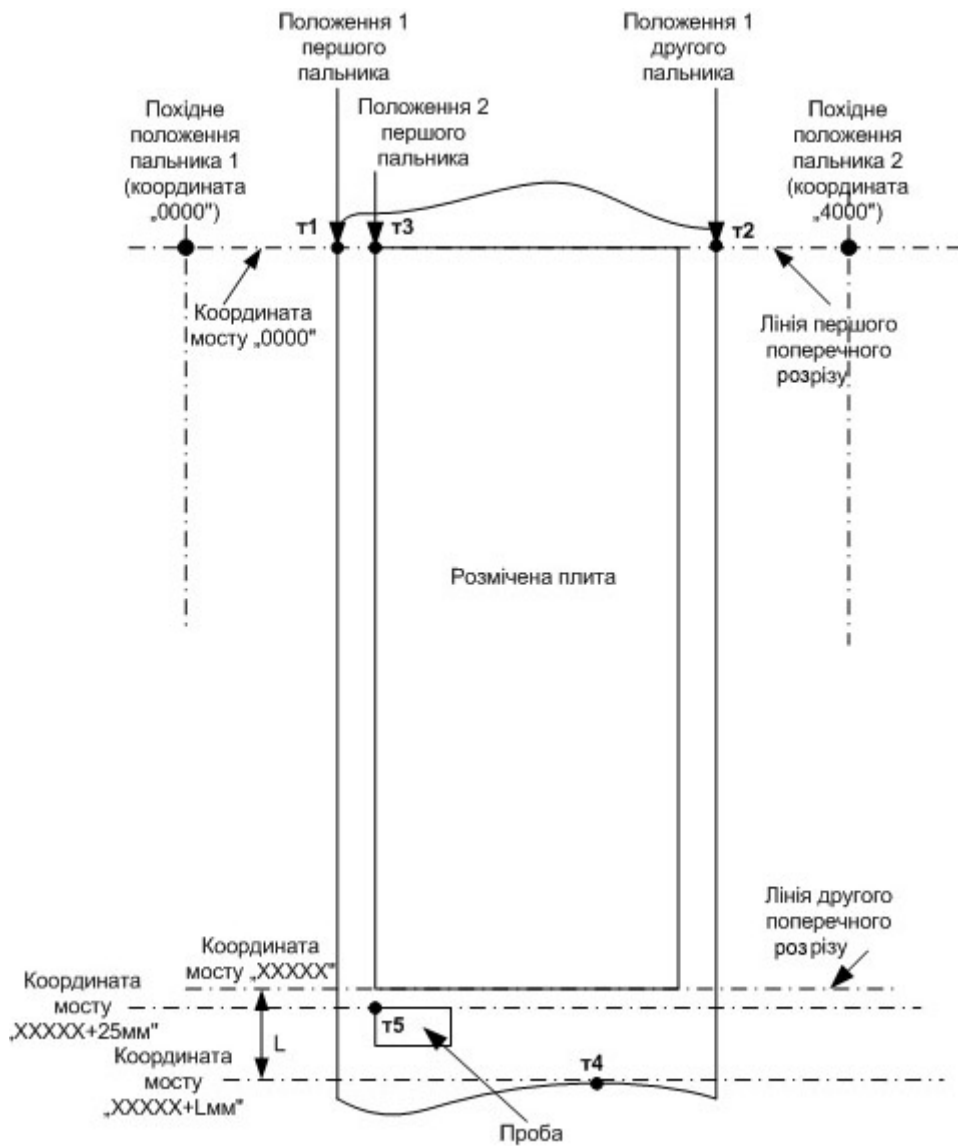


Рис. 5. Схема розмітки заготовки з вирізанням проби

Може виявитися, що перевірка стану кінцевих вимикачів пальників покаже, що обидва або один із них замкнуті. Щоб перевірити справність кінцевих вимикачів пальники автоматично виводяться з вихідних положень до моментів розмикання кінцевих вимикачів, а потім повертаються у вихідні положення до спрацювання останніх. У цей момент система фіксує вихідний стан пальників. Якщо при цьому будь-який із кінцевих вимикачів не замикається чи не розмикається, система фіксує відмову компонента і знімає сигнал «готовність».

Одночасно з установкою вихідного стану пальників і перевіркою працездатності кінцевих вимикачів здійснюється контроль функціонування датчиків імпульсів обох пальників.

Якщо попередня процедура закінчується успішно, то оператор переводить перемикач на

пульті керування в положення «розмітка» і вручну підводить міст до лінії першого поперечного розрізу, а пальник до краю листа і натискає кнопку «введення». Система фіксує початкову координату, від якої починається відлік довжини плити, і координату краю заготовки (для пальника) і робить розрахунок кінцевої координати мосту за заданою довжиною плити з урахуванням збільшення довжини плити за рахунок температурного розширення й припуску на ширину розрізу.

Далі оператор установлює активний пальник на лінію поздовжнього розрізу з одного краю заготовки й фіксує її координату шляхом натискання кнопки «введення». Якщо треба різати одну заготовку, то оператор аналогічним способом фіксує її другий край, переводить перемикач у положення «робота», установлює режим «автомат» і натискає кнопку «пуск» («start»).

Необхідно відзначити, що в процесі переміщення мосту вручну система здійснює контроль функціонування датчика імпульсів і індуктивного датчика зубів рейки. При цьому перевіряється видача послідовності імпульсів і відповідність сигналу напрямку обертання, сформованого датчиком імпульсів, дійсному напрямку переміщення мосту. Одночасно підраховується кількість імпульсів з індуктивного датчика й визначається відповідність шляху пройденого мостом по датчику імпульсів і по датчику зубів рейки. При невідповідності цих шляхів система фіксує відмову відповідного компонента й знімає сигнал «готовність».

Після натискання кнопки «пуск» система автоматично встановлює «активний» пальник до краю заготовки по лінії розрізу, а другий пальник – у вихідне положення. Якщо міст з якихось причин переміщався оператором у той чи інший бік від лінії поперечного розрізу, то система автоматично встановить його в потрібне положення. Після завершення цих операцій на дисплей виводиться запит «почати?». Оператор включає пальник, чекає, поки він пропалить заготовку, натискає кнопку «введення» і починається вирізування плити в режимі автоматичного керування.

Спочатку робиться поперечний розріз, що триває доти, поки активний пальник не досягне координати краю заготовки, після чого він автоматично встановлюється на лінію поздовжнього розрізу, а другий пальник займає положення, яке відповідає заданій ширині плити з урахуванням температурного розширення і припуску на ширину розрізу, а на дисплей виводиться запит «продовжити?». Залежно від дій оператора можливі два варіанти вирізування плити. Якщо у відповідь на запит системи оператор один раз натискає кнопку «введення», то остання включає переміщення мосту на робочій швидкості і починає поздовжній розріз плити. Якщо ж оператор натискає кнопку «введення» двічі, то система включає переміщення мосту на транспортній (збільшеній) швидкості до лінії другого поперечного розрізу, зупиняє його після досягнення заданої координати, встановлює «активний» пальник на край плити, а другий пальник – у похідне положення і виводить на дисплей запит «продовжити?». Після натискання кнопки «введення» система виконує другий поперечний розріз, далі встановлює пальники в положення для поздовжнього розрізу. Після його завершення

система встановлює механізми АВР у вихідний стан і переходить у режим очікування.

Важливим моментом у роботі АВР є вирізування проб з окремих заготовок для аналізу хімічних і механічних властивостей. Проба являє собою прямокутник розмірами 200x150мм або 220x180мм (технологічні інструкції допускають і інші розміри).

Для вирізування проби оператор вручну встановлює пальник у місце знаходження вершини кута, що прилягає до довгої сторони прямокутника, пропалює заготовку. Після цього встановлює ключ вибору режимів роботи в положення «автомат», ключ «плита» / «проба» у положення «проба» і натискає кнопку «введення».

Система пропонує операторові на вибір два стандартних варіанти розмірів проби й один нестандартний, в якому оператор повинен ввести розміри проби з пульта. Після вибору необхідного варіанта або введення геометричних розмірів проби оператор натискає кнопку «введення». Подальший процес вирізування проби здійснюється автоматично. Після повернення пальника в початкове місце вирізування проби система виводить на дисплей запит «завершити?». Оператор АВР натискає кнопку «введення» і АСК АВР переходить у режим очікування.

Висновки

Описані вище технічні рішення виконані в автоматизованій системі керування агрегатами вогневого різання ділянки обробки плит товстостілового стану 3600. У 2008 р. АСК АВР одного з агрегатів була налагоджена, випробувана і введена в експлуатацію, а також проведена метрологічна атестація системи. Результати випробування і наступної експлуатації АСК АВР підтвердили працездатність системи і виконання нею всіх передбачуваних функцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Архангельський В.І., Грабовський Г.Г., Ієвлєв М.Г.* Вибір і оцінка стандартної системи планування ресурсів і керування виробництвом // Автоматизація виробничих процесів. – 2007. – №1(24). – С. 23–27.
2. *Василєв Я.Д., Саф'ян М.М.* Виробництво смугової й листової сталі. – К.: Вища школа, 1975. – 192 с.
3. *Гнеушев О.М., Грабовський Г.Г., Євдокінін А.В., Ієвлєв М.Г., Корбут В.Б.* Автоматизація агрегатів вогневого різання плит на товстостіловому стані // Автоматизація виробничих процесів. – 2006. – №1(22).
4. *Ієвлєв М.Г.* Стратегії автоматичного керування режимами прокатки на товстостілових станах // Автоматизація виробничих процесів. – 2007. – №1(24). – С. 68–74.