

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №5 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-5>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/16TVN516.pdf>

DOI: 10.15862/16TVN516 (<http://dx.doi.org/10.15862/16TVN516>)

Статья опубликована 08.09.2016.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Кривошеин В.А., Анцифиров А.А. Автоматическая линия для штамповки номерных регистрационных знаков // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №5 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/16TVN516.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 621.7.067

Кривошеин Виталий Александрович

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», Россия, Москва¹
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: krivoshein vitality@gmail.com

Анцифиров Алексей Анатольевич

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», Россия, Москва
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: aaleksei@inbox.ru

Автоматическая линия для штамповки номерных регистрационных знаков

Аннотация. В статье рассматривается процесс разработки автоматической линии для штамповки регистрационных номерных знаков. Приводится обоснование создания подобных линий отечественного образца. Производительность автоматической линии обеспечивает штамповку до 24 регистрационных знаков в минуту.

Описаны принцип действия автоматической линии штамповки и процесс решения основных трудностей, которые возникают при разработке и последующей отладке штамповочной линии. Представлена схема валковой подачи, которая обеспечивает требуемую точность перемещения алюминиевой ленты благодаря сервоприводу валков. Автоматизация обеспечивается надежной системой управления технологическим процессом штамповки знаков на трех режимах работы: наладочном, по контрастным маркерам и режиму работы по длине.

Ключевые слова: листовая штамповка и формовка; автоматическая линия; валковая подача; сервопривод; автоматизация производства

Введение

Во всем мире с развитием и ростом автомобильной промышленности возникает постоянная потребность в номерных регистрационных знаках для автомобилей.

В настоящее время автоматические линии для полного цикла производства номерных автомобильных регистрационных знаков изготавливаются только за рубежом. В связи с

¹ 111250, г. Москва, Солдатский переулок, дом 4, квартира 83

современным экономическим положением было решено разработать и внедрить отечественную линию, предназначенную для изготовления карточек номерных знаков путем наклейки светоотражающей пленки на алюминиевую ленту и отрезки заготовок по контрастным маркерам на пленке или отрезки карточек заданной длины. Целью работы является создание автоматической линии для штамповки [1] регистрационных знаков. Такая линия позволяет изготавливать номерные знаки (рис. 1) всех типов по ГОСТ Р 50577-93 [2].



Рисунок 1. Чертеж регистрационного знака тип 1 (ГОСТ Р 50577-93)

1. Технологический процесс

Технологически процесс производства номерного знака полного цикла состоит из следующих операций: покрытие алюминиевой ленты специальной светоотражающей пленкой, вырубку заготовки и пробивку отверстий для крепления знака в соответствии с чертежом детали, формовку выпуклой части кромки, цифр и букв номерного знака, нанесение цветового покрытия на элементы знака (рис. 2).

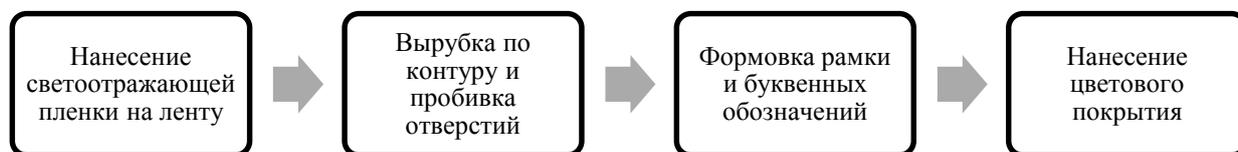


Рисунок 2. Технологический процесс полного цикла производства номерных знаков (разработано автором)

Для производства знаков используется лента рулонная из алюминия марки АД (ГОСТ 4784-97) анодированная и односторонне лакированная, толщиной 1 мм и светоотражающая пленка с голографическими знаками. Так как организация производства номерного знака полного цикла требует решения ряда сложных производственных задач и значительных капиталовложений, то рационально её использовать в случае крупносерийного и массового производства.

2. Состав и принцип работы автоматической линии

Автоматическая линия [3, 4] для производства заготовок номерных знаков из алюминиевой ленты состоит из приводного разматывателя 1 (рис. 3), валковой подачи с разматывателем рулона с пленкой 2, настольных пневматических ножниц 3 и пневматического прессы 4.

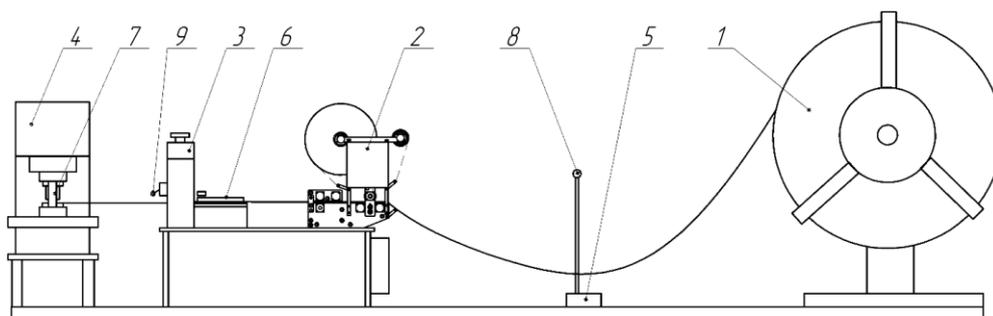


Рисунок 3. Общая схема автоматической линии:

1 - размотчик алюминиевой ленты; 2 - валковая подача с размотчиком пленки; 3 - настольные пневматические ножницы; 4 - пневматический пресс; 5 - бесконтактный датчик положения петли ленты; 6 - направляющие; 7 - штамп для вырубki и пробивки (разработано автором)

В размотчик устанавливается рулон ленты в направлении отмотки как показано на рис. 3. Размотчик имеет два режима работы. Ручной режим предназначен для удобства наладки автоматической линии, автоматический позволяет поддерживать компенсационную петлю при работе в автоматическом режиме на необходимом уровне посредством бесконтактного датчика положения ленты 5. Если петля поднимается выше заданного уровня, то с датчика поступает сигнал на двигатель размотчика и петля начнет опускаться до минимального уровня настройки датчика. Уровни верхнего и нижнего положения петли настраиваются посредством калибровки бесконтактного датчика. В верхнем положении петли установлен аварийный конечный выключатель, отключающий всю линию при её полном натяжении.

Далее лента проходит через направляющие в валковой подаче к выпрямительным валкам, на которых проводится наклейка светоотражающей пленки и к подающим валкам с сервоприводом для точной подачи ленты на позицию резки. После подающих валков лента проходит через направляющие 6 и пневматической ножницы 3, где она нарезается на мерные карточки или проходит далее на позицию отрезки в штампе 7, где производится пробивка отверстий и обрезка радиусных кромок. Выбор позиции резки зависит от типа изготавливаемого номерного знака. Производительность линии составила от 10 до 24 (в зависимости от типа карточки номерного знака) в минуту при точности подачи $\pm 0,1$ мм, что в полной мере удовлетворяет производственные потребности.

Надежность работы автоматической линии во всех режимах обеспечивается набором из 5-ти концевых выключателей и датчиком контрастных меток. Концевой выключатель 8 (рис. 3) останавливает линию при значительном натяжении петли алюминиевой ленты (в случае некорректной работы размотчика ленты). Концевой выключатель 9 необходим для обеспечения подачи ленты только при открытых ножницах. Остальные датчики расположены на валковой подаче и обеспечивают надежную работу качелек-натяжителей.

3. Состав и принцип работы валковой подачи

Основные сложности при проектировании валковой подачи заключаются в том, что необходимо всегда сохранять линейную скорость алюминиевой ленты и светоотражающей пленки одинаковой с учетом того, что угловая скорость отмотки рулона с пленкой и намотки подложки меняется ввиду постоянного уменьшения самого рулона. Таким образом для сохранения постоянной линейной скорости пленки необходимо реализовать систему управления валками со светоотражающей пленкой и подложкой, которая в автоматическом

режиме подстраивает скорость вращения валков в соответствии с линейной скоростью перемещения алюминиевой ленты. В свою очередь, чтобы избежать разрыва пленки из-за резкого старта привода подачи или её значительного растяжения, пуск сервопривода необходимо реализовать плавным. Вторая особенность в разработке линии заключалась в том, что кроме режима отрезки по длине, точность которого обеспечивал сервопривод, необходимо реализовать режим отрезки по контрастным маркерам установленным непосредственно на светоотражающей пленке.

Принцип работы валковой подачи заключается в следующем. На валок с приводом для размотки пленки 6 (рис. 4) устанавливается рулон пленки путем снятия подшипниковой опоры 22 с направлением размотки как показано на рис. 1. Вращение валка осуществляется посредством коллекторного двигателя и планетарного редуктора с передаточным отношением 1:60. Далее лента заправляется через качельку-натяжитель 12 и проходит через промежуточные ролики 18 с установленным на них направляющими. В крайнем положении наклейка уходит вдоль полиуретанового валка выпрямителя 10 вниз и наклеивается на ленту. В свою очередь подложка проходит через качельку 13 и наматывается на намотчик 7.

Качельки-натяжители 12 и 13 посредством гибкого тросика присоединены к датчикам (потенциометрам) 14, 15 и подтягиваются пружинами 16 и 17. Настройка датчиков выполнена таким образом, что чем сильнее поднята качелька 12, тем быстрее вращается валок размотчика. Такая настройка позволяет подстраиваться под линейную скорость подачи алюминиевой ленты и все время держать пленку в натяжении независимо от текущего диаметра рулона пленки. В свою очередь, чем сильнее опущена качелька 13, тем быстрее вращается валок намотчика. (Для качельки 12 в крайнем нижнем положении валок неподвижен, для качельки 13 в крайнем верхнем положении валок не подвижен). Валки 18 служат для создания дополнительного угла трения между качельками во избежание их взаимного перетягивания и отделения пленки от подложки.

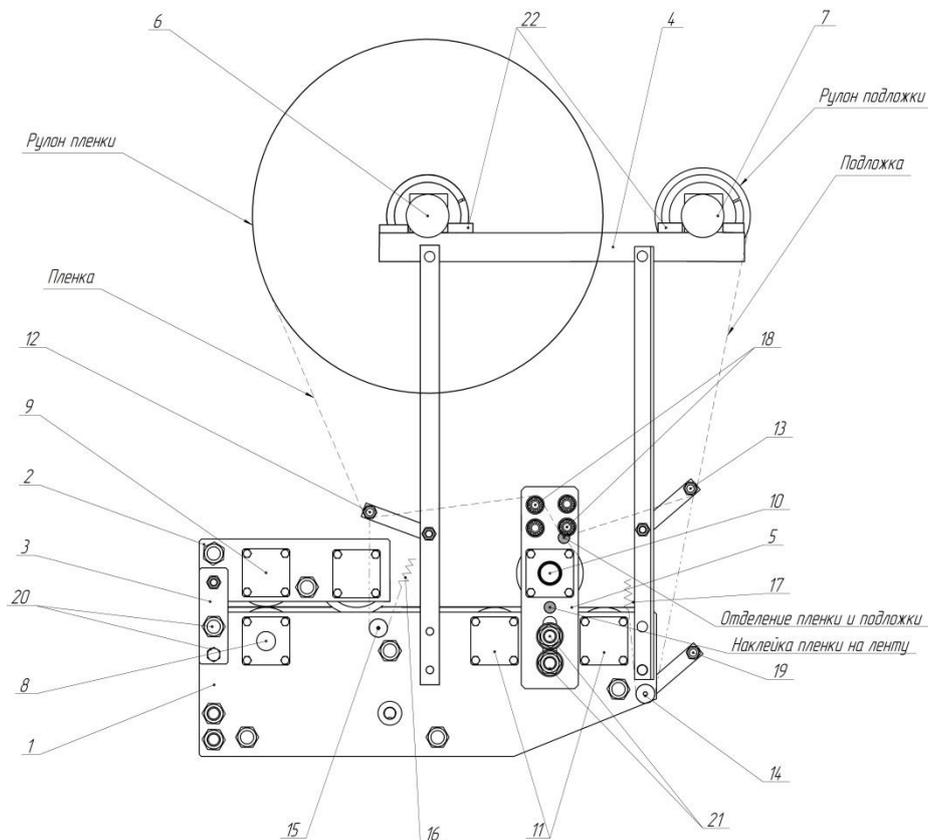


Рисунок 4. Схема валковой подачи:

1 - корпус; 2 - корпус натяжителя; 3 - кронштейн натяжителя; 4 - кронштейн для пленки; 5 - корпус ролика выпрямителя; 6 - валок размотчика; 7 - валок намотчика подложки; 8 - приводной валок; 9 - прижимной валок; 10 - валок выпрямителя; 11 - ответный валок выпрямителя; 12 - поворотная качелька-натяжитель размотчика; 13 - поворотная качелька-натяжитель намотчика; 14 - датчик положения качельки намотчика; 15 - датчик положения качельки размотчика; 16 - пружина качельки размотчика; 17 - пружина качельки намотчика; 18 - валки-разделители; 19 - поддерживающий ролик; 20 - регулировочный болт прижимного валка; 21 - регулировочный болт выпрямительного валка; 22 - подшипниковые опоры (разработано автором)

Полиуретановый валок 10 совместно с валками 11 выпрямляют ленту и равномерно по всей площади прижимают наклейку к ленте, что позволяет провести качественную плотную наклейку светоотражающей пленки без образования воздушных пузырей. Далее лента с уже наклеенной пленкой проходит через приводной 8 и прижимной 9 валок которые в заданном режиме подают ленту к ножницам. Необходимая сила прижима обеспечивается пружинами притягивающими корпус 2 к корпусу подачи 1. Зазор между валком 8 и 9 настраивается и фиксируется посредством затяжки болтов 20. Угол работы выпрямителя регулируется посредством болтов 21.

4. Система управления

Управление линией осуществляется посредством программируемого логического контроллера [5, 6]. Для вращения валков подачи был выбран привод с управлением через отрицательную обратную связь, который состоит из серводвигателя 4 (рис. 5) и серводрайвера управляемого посредством ПЛК. Настройка и задание режимов работы задаются с пульта управления.

Автоматическая линия позволяет работать в трех режимах:

- Режим “А” (ручная подача, наладка);
- Режим “Б” (режим работы по контрастным маркерам);
- Режим “В” (режим работы по длине).

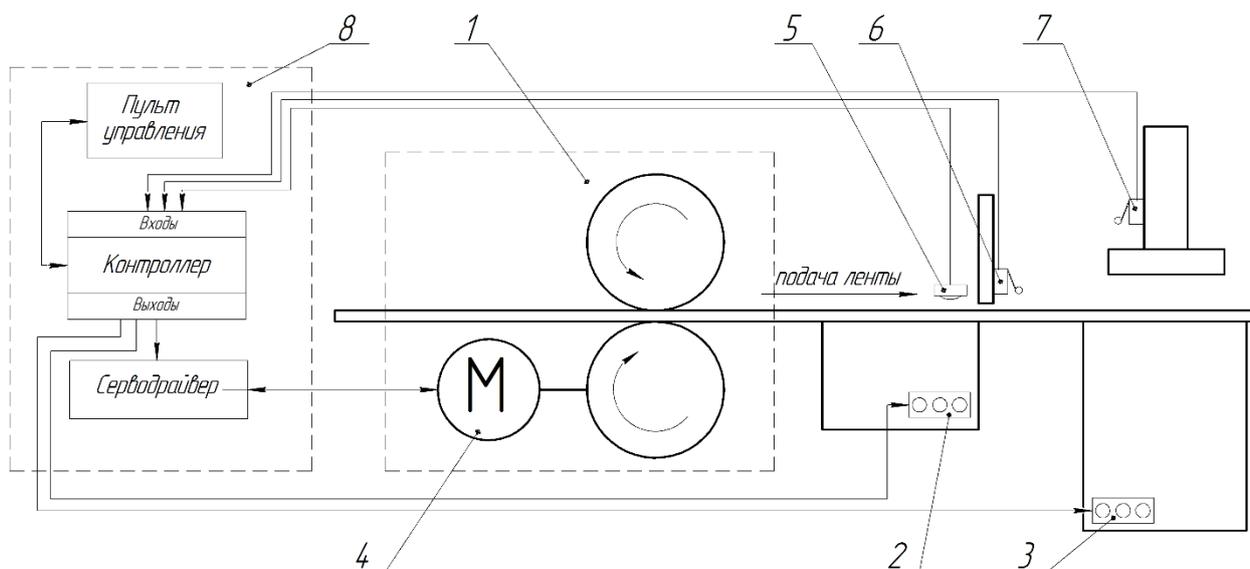


Рисунок 5. Система управления:

1 - валковая подача на базе сервопривода; 2 - электропневматический распределитель гильотинных ножниц; 3- электропневматический распределитель прессы; 4- серводвигатель; 5 - датчик контрастных меток; 6 - датчик положения гильотинных ножниц; 7- датчик положения пневматического прессы; 8 - блок управления (разработано автором)

Режим работы “А” необходим для проведения пуско-наладочных работ на линии, заправки алюминиевой ленты в валки, установки и заправки светоотражающей пленки, наклейки пленки на ленту, заправки ленты в направляющие.

Для работы в режиме “Б” на линии установлен оптический датчик контрастных меток 5 (рис. 5). Принцип работы датчика заключается в том, что при попадании в зону считывания датчика контрастной метки (метки расположены на светоотражающей пленке с определенным шагом) валковая подача останавливается и выполняется операция вырубki карточки. Управление разделительным оборудованием осуществляется посредством ПЛК в соответствии с заданным циклом работы через электропневматические распределители 2 и 3.

Режим работы “В” позволяет вырубать карточки определенной длины по заранее заданным оператором параметрам.

Для обеспечения надежности работы линии на гильотинных ножницах и пневматическом прессе установлены датчики положения исполнительных органов 6 и 7 соответственно. В этом случае подача ленты производится только в случае выполнения полного цикла работы разделительного оборудования [7].

Реализация валковой подачи на базе сервопривода дает ряд преимуществ:

- 1) Высокая точность подачи (± 0.1 мм), что дает возможность уменьшения переменычки или отказа от переменычки под вырубку и как следствие увеличение КИМ.
- 2) Высокая степень управляемости валковой подачей:
 - задание скорости в значительных диапазонах, от 0 до 500 об/мин., что обеспечивает высокую производительность линии;
 - задание параметров ускорения и торможения исключает проскальзывание, рывки при старте и инерционные нагрузки;
 - нет ограничений по длине подачи материала за один ход подачи, в отличие от валковой подачи с жесткой кинематической связью с прессом.
- 3) Простота настройки и управления подачей оператором, система управления линией организована таким образом, чтобы обеспечить интуитивное управление без дополнительного обучения оператора. Для управления, переналадки и контроля за автоматической линией требуется один оператор.

Заключение

Разработанная автоматическая линия в настоящее время внедрена в производство и показала высокие эксплуатационные характеристики. Необходимая точность (± 0.1 мм) обеспечивается посредством работы сервопривода в валковой подаче. Надежность и стабильность работы линии обеспечивает система управления с набором конечных выключателей и бесконтактных датчиков. Производительность линии составила 10-24 заготовок знаков в минуту (в зависимости от типа знака).

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов Е.А., Ковалев В.Г., Шубин И.Н. Технология и автоматизация листовой штамповки / Учебник для вузов. Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000 г. 480 с. ил.
2. ГОСТ Р 50577-93. Знаки государственные регистрационные транспортных средств. Москва, ИПК Издательство стандартов, 2002. 27 с.
3. Меньков А.В., Острейковский В.А. Теоретические основы автоматизированного управления / Учебник для вузов. - М.: Издательство Оникс, 2005. - 640 с.: ил.
4. Гладков Ю.А. Разработка методики проектирования горячештамповочных комплексов на базе КГШП с адаптивным управлением для стабилизации силы деформирования: Дис. ... канд. техн. наук. М., 2003.
5. Анцифиров А.А., Кривошеин В.А., Майстров Ю.В. Актуальность внедрения систем управления производством в обработке металлов давлением // КШП. ОМД. 2013. №10. С. 45-48.
6. Бочаров Ю.А. разд. Числовое программное управление процессами и машинами обработки давлением // КШП. ОМД. 2000. №7. С. 39-46.
7. Складчиков Е.Н., Артюховская Т.Ю. Экспериментальное исследование работы кривошипного прессы при разделительных операциях // Заготовительные производства в машиностроении. 2012. №4. С. 13-18.

Krivoshein Vitaliy Aleksandrovich

Bauman Moscow state technical university, Russia, Moscow
E-mail: krivosheinvitaly@gmail.com

Antsifirov Aleksey Anatolevich

Bauman Moscow state technical university, Russia, Moscow
E-mail: aaleksei@inbox.ru

Automatic stamping line of state registration plates

Abstract. The article examines the process of developing an automatic line press forming registration plates. Provides a rationale for the creation of such domestic sample lines. Performance of automatic stamping line provides up to 24 license plates per minute.

Describes the operation principles of automatic stamping line and the process of solving the main difficulties, which occur in the development and followed by debugging stamping line.

Represented scheme of the roll feed, which provides the required displacement precision aluminum strip due to servo drive by roll. Automation provides reliable process control system of technological process signs stamping with three operating modes: commissioning, by contrasting markers and mode along the length work.

Keywords: stamping and forming; automatic line; feed roller; servo drive; automation systems; production automation

REFERENCES

1. Popov E. A., Kovalev V.G., Shubin I.N., *Technologia I avtomatizacia listovoi shtampovki [Technology and automation stamping] / Textbook for high schools.* Moscow, MSTU Bauman Publ., 2000 . 480 p. (in Russian)
2. GOST R 50577-93. *Znaki gosudarstvennyie registratsionnyie transportnyih sredstv. [Signs of state registration of vehicles].* Moscow, 2002, 27 p.
3. Menkov A. V., Ostreikovski V. A. *Teoreticheskie osnovi avtomatizirovannogo upravlenia [Theoretical Foundations of automated governance].* Moscow, 2005, 640 p.: ill. (in Russian)
4. Gladkov Iu. A. *Razrabotka metodiki proektirovaniia goriacheshampovochnih kompleksov na baze kgshp s adaptivnim upravleniem dlia stabilizacii sili deformirovaniia. Doct, Diss. [Development of the method of designing systems based on hot forging crank press with adaptive control for the stabilization force. Doct. Diss.].* Moscow, 2003. 140 p. (in Russian)
5. Antsifirov A. A., Krivoshein V. A., Maistrov Iu. V. *The urgency of the implementation of production management systems in metal forming. KSHP OMD [Forging and Stamping Production. Material Working by Pressure], 2013. no. 10., pp. 45-48. (in Russian)*
6. Bocharov Iu. A. *Numerical control processes and forming machine. KSHP OMD [Forging and Stamping Production. Material Working by Pressure], 2000. no. 7. pp. 39-46. (in Russian)*
7. Skladchikov E. N., Artyuhovskaya T. Yu. *Ekspereimentalnoe issledovanie raboty krivoshipnogo pressa pri razdelitelnyh operaciyah [Experimental research work crank press during the separation operation] Zgotovitelnye proizvodstva v mashinostroenii, 2012, no. 4, pp. 13-18.*