

## НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ШТАМПОВ ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И СЕЛЬХОЗМАШИНОСТРОЕНИЯ

Геннадий Клещёв, Леонид Коломиец, Максим Клещев, Александр Мовчан

Одесская государственная академия технического регулирования и качества  
Адрес: 65020, Одесса, ул. Кузнечная, 15  
e-mail: [odivt@mail.ru](mailto:odivt@mail.ru)

**Аннотация.** Рассматривается новая технология производства штампов холодной листовой штамповки, позволяющая сократить время и трудоемкость проектирования и изготовления деталей штампов.

**Ключевые слова:** интегрированная сквозная подготовка производства, новая технология, продление «жизненного цикла» штампов, адаптивная модель.

### ВВЕДЕНИЕ

В стране существует проблема по производству штампов холодной листовой штамповки (ХЛШ) в основном до 85% выполняемых вручную. В современном производственном процессе холодная листовая штамповка является одним из наиболее распространённых методов, который позволяет изготавливать самые разнообразные по форме детали в короткие сроки с минимальными затратами. Технология является перспективной т.к. удельный вес штампуемых из листа деталей для основных отраслей промышленности составлял от 60% до 85%, а также необходимой т.к. расширяется номенклатура холодно-штампуемых деталей за счёт труднодеформируемых и малопластичных металлов, сплавов и неметаллических деталей. Эта технология целесообразна т.к. имеются сведения о тенденции перевода ряда процессов литья иковки на холодную листовую штамповку, что снижает вес детали на 50% и уменьшает расход металла до 70%. Все вышесказанное приводит к выводу о необходимости дальнейших исследований и проведения экспериментальных работ в области автоматизации процессов подготовки производства (ПП) штампов ХЛШ. Создание интегрированных сквозных технологий подготовки производства, разработка управляющих программ для станков с ЧПУ невозможен без создания систем автоматизированных конструкторских и технологических проектных работ (САПР).

### СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ, АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Вопросы экономики в процессах проектирования штампов тесно связаны с стандартизацией, типизацией, унификацией и затратами на их изготовление. Сказанное вызывает необходимость, с одной стороны, замены общепринятых (ручных) методов решения задач подготовки

холодноштампового производства, с другой стороны, создания интегрированных адаптивных сквозных систем автоматизированного конструкторско - технологического проектирования и изготовления штампового инструмента на базе математических методов и средств вычислительной техники. Тенденция рынка к мелкосерийному (единичному) производству изделий заставила многих производителей обращаться к более гибким методам обработки, позволяющим чаще перестраивать производство, затрачивая на это минимум времени и трудозатрат. В связи с этим возникла необходимость в технически гибких системах и спецстанках, позволяющих повысить производительность при экономичности занимают основное место в рыночных отношениях. От мелкосерийном производстве. Рассмотренные последние публикации и в них исследования носят демонстрационный характер[1] с относительным приближением к реальному проектированию и изготовлению штампов ХЛШ. В тоже время при единичном (индивидуальном) или мелкосерийном производстве вопросы стоимости и серийности и количества выпускаемой продукции значительно зависят и вышеуказанные показатели. Для устранения указанной проблемы на базе патента (Пат. Украины №48027) разработана модель интеллектуальной интегрированной адаптивной сквозной системы автоматизации проектных работ (ИАС САПР), которая представлена[1, 2, 6, 18] ниже (рис.1).

### ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Повышение эффективности изготовления деталей штампов холодной листовой штамповки на базе интегрированной адаптивной сквозной системы автоматизации проектных работ с использованием штамп – полуфабрикатов, что позволило создать безлюдную, безбумажную [7, 2, 15, 17, 12] конкурентоспособную систему для всех отраслей народного хозяйства (сельхозмашиностроения, архитектуры, строительства, машиностроения, авиастроения и т.д.).

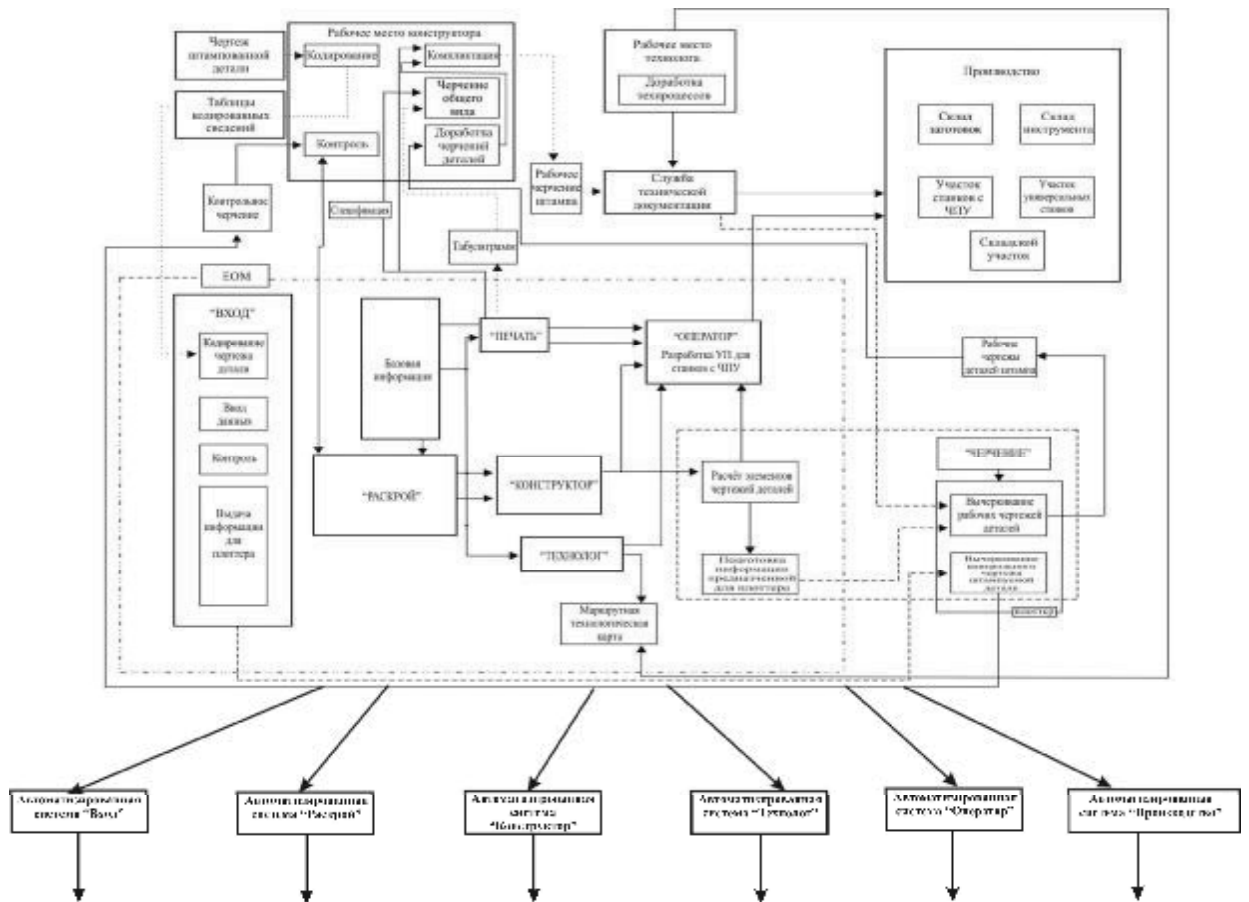


Рис.1. Модель интегрированной сквозной компьютерной технологии управления подготовкой производства и изготовления деталей штампов  
 Fig.1. Model of computer - integrated through computer technology of management preproduction and making of details of stamps

**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В настоящее время во всех отраслях страны заводы, производящие конструкции штампов холодной листовой штамповки из металла осуществляют производство (проектирование, изготовление и ремонт) штампов, в основном, на своих предприятиях «вручную» или используя отдельные (локальные) системы, что приводит к большим трудовым и финансовым затратам. Предлагается автоматизировать указанный производственный процесс, используя ИАС САПР подготовки производства и изготовления деталей штампов. На выходе ИАС САПР имеет шесть автоматизированных систем [1]. Первая автоматизированная система «Вход». Система после сканирования исходного задания или заполнения четырех таблиц кодированных сведений (ТКС) автоматически передает эту информацию во все системы: от системы «Раскрой» до системы

подготовки управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ. Это является отличительной особенностью по сравнению с ранее применяемыми локальными системами, исключая промежуточное кодирование сконструированных деталей штампов. При разработке автоматизированной системы «Раскрой» увеличен коэффициент использования материала за счет использования «делового» отхода. В автоматизированной системе «Конструктор» используются стандартизованные и унифицированные штампы – полуфабрикаты (см.Рис.2), состоящие из блоков и пакетов. Это позволяет конструировать только один блок для всей партии (например, состоящей из 100 заказов одного типоразмера) и для него разрабатывать одни технологические карты и одни УП, а также перейти при изготовлении деталей от единичного к серийному производству, что дает возможность рабочему не перестраиваться в течении смены, двух смен и т.д.

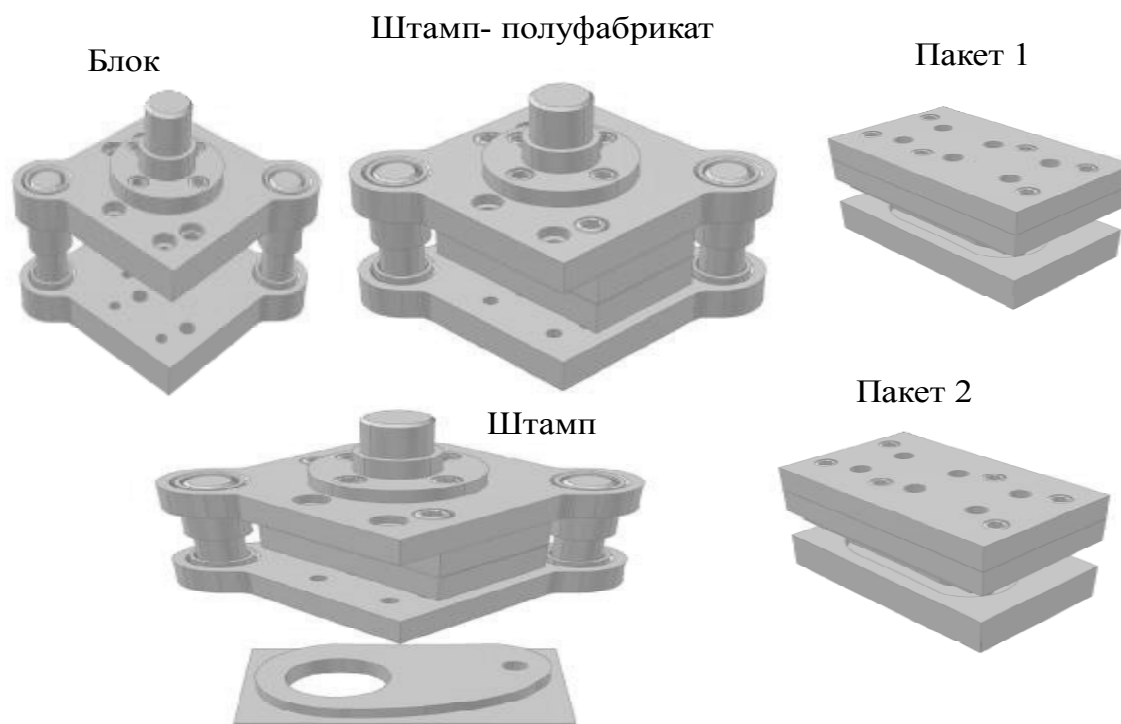


Рис. 2 Модель композиции штампа для детали заказчика на базе штамп - полуфабриката

Fig. 2 Model of composition stamp for the detail of customer on a base stamp - intermediate product

Разработанные УП автоматически без участия оператора (безлюдная, безбумажная технология) передаются [3, 4] в автоматизированную систему «Производство». При необходимости чертежи деталей штампа и технологические карты выдаются заказчику.

Учитывая большой производственный опыт, предлагается производство (проектирование, изготовление в металле и ремонт) штампов осуществлять централизованно по следующему алгоритму (см. рис. 3). В стране создаются два предприятия – изготовителя дублирующие друг друга для обеспечения бесперебойной работы. С этой же целью они соединены между собой информационной связью. Предприятия изготовители – дублиеры, сформировав «Портфель» заказов по типоразмерам штампов, спроектировав и изготовив их с использованием штамп - полуфабрикатов в металле, выдают штампы заказчику, но не выдают заказчику комплекты

чертежей и технологических карт, оставляя их сведения в базах данных и знаний (БДиЗ) предприятий – дублеров, осуществляющих производство (проектирование и изготовление) штампов при помощи ЭВМ (поток 1 и 2). Таким образом на этой стадии высвобождаются десятки конструкторов и технологов, изготовивших эту документацию на предприятиях дублерах - изготовителях штампов. Заводы заказчики, отправляя штампы (и штампы – дублиеры, которых заказчик заказывает от 2<sub>х</sub> до 4<sub>ох</sub> штук) на централизованный ремонт (поток3) предприятиям изготовителям, которые используют для ремонта ту же ИАС САПР, тоже оборудование и тех же специалистов – «продление жизненного цикла» штампов [5, 9, 12], также высвобождают у себя десятки конструкторов, технологов и рабочих высокой квалификации, участвовавших в ремонтных работах штампов (поток4).

Математическая модель новой технологии производства штампов по прибыли и себестоимости представлена в [1,6,10,13].

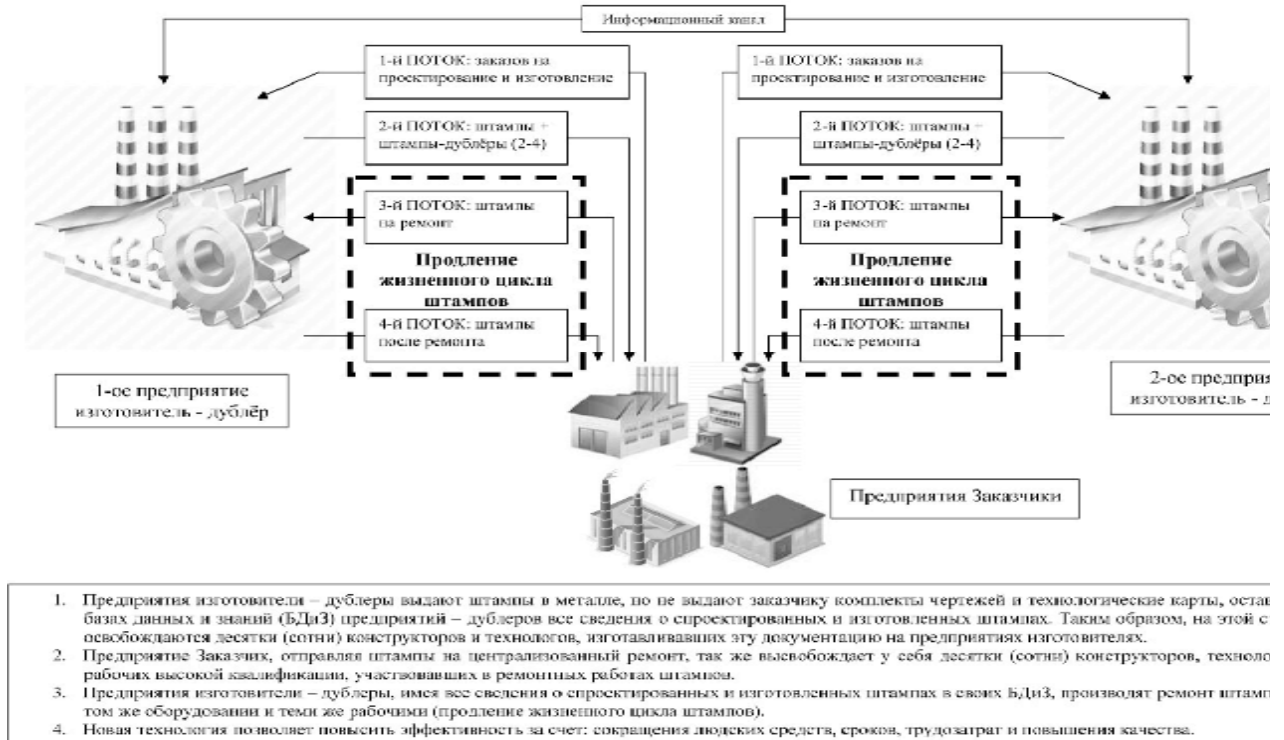


Рис.3. Модель новой технологии производства штампов холодной листовой штамповки в стране  
 Fig.3. Model of new technology of production of stamps of the cold sheet stamping in a country

Используя математические выкладки полученные в статье [1] запишем окончательные

$$\frac{c_j^1 + c_j^2 (x_j^1 + x_j^2) + c_j^3 + o_j + z_j}{\theta_j} \tag{1}$$

$$\frac{c_j^1 + c_j^2 (x_j^1 + x_j^2) + c_j^4 (y_j^1 + y_j^2)}{\theta_j} \tag{2}$$

Оценим отношения (1) и (2) (3)

$$\frac{c_j^1 + c_j^2 (x_j^1 + x_j^2) + c_j^3 + o_j + z_j}{\theta_j} \gg \frac{c_j^1 + c_j^2 (x_j^1 + x_j^2) + c_j^4 (y_j^1 + y_j^2)}{\theta_j}$$

Как видим из формулы (3) себестоимость базового варианта - 1 существенно превышает себестоимость новой технологии - варианта 2.

Потребность в производстве штампов по стране составляет десятки тысяч и носит массовый характер. Основываясь на сказанном математическое обоснование процессов автоматизированного проектирования и управления в «новой технологии» относится к эрланговой теории - теории массового обслуживания (ТМО) тесно связанной с использованием аппарата марковских процессов с непрерывным временем. Моменты поступления заказов (как на проектирование и изготовление, а тем более на ремонт) – случайны и носят хаотический характер, в силу чего во входных потоках Пуассона (на

проектирование и на ремонт), образуются случайные неравномерные загрузки оборудования. Такая неравномерность является характерной чертой задач теории массового обслуживания. Как известно входящим пуассоновским потоком называют последовательность требований, которые поступают в обслуживающую систему. Поток Пуассона определяется наличием трех свойств: стационарности, ординарности и отсутствия последствия. Стационарность потока означает постоянство во времени. Ординарным, если вероятность поступлений на бесконечно малом интервале времени имеет порядок выше, чем длина этого интервала [198]. Поток без последствия, если для любого значения  $t$  случайные моменты поступления требований, расположенные на

интервалах  $(0, t)$  и  $(0, \infty)$  взаимно независимы.

Весьма удобным и более гибким является поток Эрланга, представляющий собой обобщение пуассоновского потока. Для его получения необходимо при некотором целом  $k > 0$  «просеять» пуассоновский поток, оставив каждое  $k$ -е требование. Каждому значению  $k$  соответствует свой поток Эрланга [198]. Время обслуживания является случайной величиной. Системы обслуживания по ТМО с учетом пуассоновского потока могут быть трех видов: системы с ожиданием, системы с потерями и системы смешанного типа. В производственных условиях изготовления и ремонта штампов все три вида обслуживания является реальными. В первом случае, когда есть еще штампы- дублиеры и нет необходимости «срочности» возможен вид системы с ожиданием. В том случае, когда штампы-дублиеры на исходе штампа, подлежащий ремонту, «покидает» очередь (система с потерями) и «переходит» на ремонт в систему, где есть свободное место и, наконец, при необходимости «срочности» ремонта штамп перемещается из ремонтной системы в систему, где есть свободное место для ремонта (система смешанного типа).

Рассматривая Марковские цепи с непрерывным временем, где  $\xi(t)$ - номер состояния в котором находится система в момент  $t$ . Такая ситуация возникает в теории массового обслуживания. Процесс  $\xi(t)$  называется марковским, если он обладает марковским свойством: при известном настоящем  $\xi_n$  будущее  $\xi_{n+1}$  не зависит от прошлого  $\xi_{n-1}$ .

$$\xi_{n+1} = \xi_n + V_{n+1} \quad (4)$$

где  $V_{n+1}$  – приращения (в нашей «новой технологии» - случайные внешние воздействия: заказы на изготовление и ремонт штампов).

Это основная формулировка марковского процесса, которая проходит через все свойства, через весь материал по марковским процессам. И только в небольшом приложении данного теоретического материала есть высказывание, что если нет настоящего  $\xi_n$  то необходимо пользоваться прошедшим  $\xi_{n-1}$ .

$$\xi_{n+1} = \xi_{n-1} + V_{n+1} \quad (5)$$

В настоящее время, в основной массе, промышленные предприятия в стране не функционируют. Поэтому в данной работе и в работах [2,4,5,6] используются ряд ссылок на марковское определение: «если нет настоящего  $\xi_n$  то необходимо пользоваться прошедшим  $\xi_{n-1}$ ». Прошедшие показатели по: отраслям, министерствам, отдельным предприятиям.

### ВЫВОДЫ

Представленная в статье ИАС САПР значительно повышает эффективность по сравнению с ручным проектированием и изготовлением штампов. В тоже время по новой технологии затраты на ремонт у изготовителя существенно меньше чем для  $j$ -го предприятия заказчика штампов, отпадает потребность в изготовлении документации, содержании своего ремонтного участка и

обслуживании ремонтного оборудования. Как видно, себестоимость конечной продукции (штампующих деталей), изготовленной на штамповом оборудовании, при новой модели технологии проектирования и изготовления штампов существенно меньше, так как предприятия не несут затраты, связанные с содержанием ремонтных цехов и обслуживанием ремонтного оборудования. Кроме того себестоимость существенно снижается за счет документации, которую нет необходимости выдавать заказчику. В этом случае высвобождаются конструктора и технологи, что также снижает себестоимость конечной продукции.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Клещев Г.М., 2008. Математическая модель автоматизированной интегрированной системы подготовки производства штампов ХЛШ// Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Вип. №29, 136 - 143.
2. Квасников В., Коломиец Л., Клещев Г. и др., 2010. Патент Украины № 48027. - Метод інтегрованої наскрізної підготовки виробництва та виготовлення деталей штампів». Оpubл. 10.03.2010, №5.
3. Клещев Г.М., Коломиец Л.В., 2010. Безлюдна, безпаперова, наскрізна комп'ютерна технологія управління виробництвом штампів ХЛШ є критерієм якості// Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Вип. №37, 161 - 165.
4. Клещев Г.М., 2011. Интегрированная адаптивная сквозная компьютерная технология механообработки деталей штампов холодной листовой штамповки. Київ: Зб. наук. пр. військового інституту Київського національного університету ім. Т. Шевченка. - Вип. №30, 110 - 114.
5. Клещев Г., Коломиец Л., 2012. Продление «жизненного цикла» штампового інструмента – основной критерий интегрированной сквозной системы автоматизации проектирования штампов// MOTROL. – Vol. 14, №1, 167 - 172.
6. Клещев Г.М., 2010. Адаптивна наскрізна комп'ютерна технологія управління підготовкою виробництва та виготовлення деталей штампів на базі штамп – напівфабрикатів. – Одеса - 283.
7. Богач А.Н., Клещев Г.М., Живица В.И. 2005. Математическая модель теоретических основ создания автоматизированных интегрированных систем сельхозпроизводства// MOTROL. - №7, 200 - 204.
8. Клещев Г.М. 2006. Информационный интегрированный промышленный комплекс с экономической системой управления в сельхозпроизводстве// MOTROL. - №8А, 158 - 167.
9. Клещев Г.М., 2008. Интегрированная система механообработки с смешанным гибким производством вырубных штампов ХЛШ// MOTROL. - № 10В, 54 - 58.
10. Клещев Г., 2008. Точность измерений- основной фактор качества изготовления штампов в сельхозпроизводстве// MOTROL. - №10А, 191 - 196.

11. Клещев Г., Перетяка Н., Возна Т., Грабовський О., 2009. Стан проблеми стандартизації і уніфікації при проектуванні штампів холодної листової штамповки// MOTROL. - № 11А, 19 0- 192.
12. Клещев Г., Коломиец Л., 2010. Наскрізна комп'ютерна технологія керування підготовкою виробництва штампів ХЛШ на базі стандартизованих та уніфікованих штамп-напівфабрикатів у сільгоспвиробництві// MOTROL. - № 12, 54 – 58.
13. Клещев Г.М., 2008. Фрагменты создания математической модели интегрированной системы производства штампов ХЛШ// К.: Вісник інженерної Академії України. - Вип. 2., 237 - 240.
14. Клещев Г.М., 2009. Економія площин за рахунок застосування роторного способу виробництва і облік погрешностей устаткування при виготовленні деталей штампів ХЛШ//Одеса: Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. - Вип.№ 34, 386 - 394.
15. Клещев Г., 2009. Адаптивна модель управління стандартизованою підготовкою виробництва штампів в сіль госп виробництві//. Одеса: Зб. наук. пр. ОДАУ. – Вип. 48, 41 - 45.
16. Клещев Г., 2011. Исследование станочных погрешностей в условиях производства деталей штампов в среде адаптивной сквозной компьютерной технологии// Кіровоград: Зб. Кіровоградського нац. техн. ун-ту. Техніка в сільському господарському виробництві, галузеве машинобудування, авто матизація. - Вип. 24, 62 - 67.
- 17.. Клещев Г.М., 2010. Интегрированная адаптивная сквозная компьютерная технология механообработки деталей штампов холодной листовой штамповки // К.: Зб. наук. пр. військового інституту Київського нац. ун-ту ім. Т. Шевченка. - Вип.№30, 110 - 114.
18. Клещев Г.М., 2011. Интеллектуальная адаптивная сквозная компьютерная технология механообработки деталей штампов// Харьков: Системи обробки інформації. Метрологія та вимірвальна техніка. - Вип. 6 (96), 225 - 228.

#### NEW TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF STAMPS OF COLD SHEET STAMPING FOR BUILDING AND AGRICULTURALMACHINEBUILDING

**Summary.** New technology of production of stamps of the cold sheet stamping, allowing to shorten time and labour intensiveness of project and making of details of stamps, is examined.

**Key words:** computer-integrated through preproduction, new technology, extension of «life cycle» of stamps, adaptive mod