

П. Н. Каричковский, Б. А. Кириевский, С. С. Лопаткин

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

Технологические, конструктивные особенности высокопроизводительных литейных автоматов для массового производства свинцовых пломб и цинковых ронделей

Приведено описание основных закономерностей технологических процессов при литье и затвердевании свинцовых пломб и цинковых ронделей. Учитывая эти закономерности, разработана конструкторская документация в соответствии с ГОСТ 15.001-88, создана гамма высокопроизводительных роторных автоматов, организовано массовое производство свинцовых пломб и цинковых ронделей.

Ключевые слова: высокопроизводительное оборудование, эксплуатационная надежность, роторные автоматы, массовое производство, свинцовые пломбы, цинковые рондели

Освоение новых технологических процессов, получение отливок, создание высокопроизводительного оборудования, обеспечивающего эксплуатационную надежность и долговечность, простоту обслуживания, имеют важное экономическое и народнохозяйственное значение. В последние годы возникла острая потребность в организации массового производства литых цинковых ронделей (рис. 1, табл. 1) и свинцовых пломб (рис. 2, табл. 2).

В ФТИМС НАН Украины освоен технологический процесс и создан промышленный образец высокопроизводительного оборудования, обеспечивающий массовое производство свинцовых пломб и цинковых ронделей.



Рис. 1. Рондели цинковые. Основные конструктивные параметры

Таблица 1

Рондели цинковые. Геометрические размеры, мм

$D_{-1.3}^{+0.9}$	13,16	18,00	18,80	22,90	24,80	29,80
$h_{-0.5}^{+0.6}$	7,0					

Установлено, что для свинцовых пломб [1] (рис. 2, табл. 2) целесообразно использование свинца марок С0, С1, С2, С3 (ГОСТ 3778-98) [2] и свинцово-сурьмянистых сплавов марок ССу, ССуМ (ГОСТ 1292-81) [3], содержание сурьмы в которых

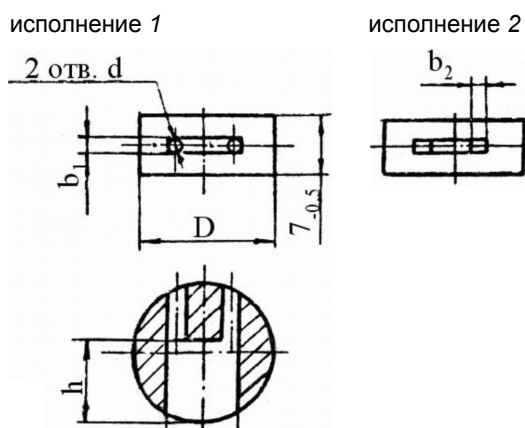


Рис. 2. Пломбы свинцовые (ГОСТ 30269-95). Основные конструктивные параметры

составляет до 0,6 %мас. Увеличение содержания сурьмы нежелательно из-за ухудшения качества полученного оттиска пломбиратора.

Технологический процесс получения литой заготовки основан на заполнении движущейся формы (ротора, в котором от 45 до 90 форм) с раздаточной плавильной печью. Результаты исследований позволили заключить, что только строгое соблюдение теплофизических условий в зоне контакта расплава ротор обеспечит заполнение формы и получение качественной отливки. Экспериментально установлено, что температура расплава в указанной зоне контакта должна быть в интервале 340 ± 20 °С. При меньшей температуре не обеспечивается полное заполнение форм при линейной скорости вращения ротора $V_n = 0,04-0,07$ м/с ($\omega = 0,20-0,35$ с⁻¹).

Таблица 2

Пломбы свинцовые (ГОСТ 30269-95). Геометрические размеры, мм

Исполнение	D		d + 0,4	b + 0,5	b ₁ + 0,4	b ₂ + 0,4	h ± 0,5
	номинальный	предельное отклонение					
1	10	± 0,5	2,5	7,0	3,0	2,5	6,0
2	16,5	± 0,64	2,0	8,5	2,0	1,9	10,0

Превышение указанной температуры способствует появлению заливов в зоне контакта.

Обязательным условием является также установление оптимального размера фильерного отверстия, обеспечивающего подачу расплава в форму. При условии изготовления фильеры из бронзы (предпочтительно оловянистой) размер отверстия составляет 6 ± 1 мм. Перед пуском ротор должен быть равномерно прогрет, что достигается либо источником дополнительного нагрева, либо за счет нагрева от плавильного агрегата. Оптимальный режим нагрева достигается при температуре ротора 120-140 °С, которая должна поддерживаться в процессе эксплуатации.

Установлено, что при указанных температурах заливки и нагрева кокиля длительность затвердевания литой заготовки, а следовательно, и нахождение ее в форме до извлечения составляет от 9 до 15 с.

Реализация полученных результатов исследований и разработанной технологии в промышленных условиях возможна только при наличии высокопроизводительного оборудования для организации массового производства вышеуказанных литых изделий. Важнейшей частью требований, предъявляемых к указанному оборудованию, является обеспечение наибольшей отдачи при наименьших затратах общественного труда и высокого экономического показателя производства К:

$$K = \frac{\sum R}{\sum j},$$

где $\sum R$ – отдача, выраженная натурально, то есть числом произведенных заготовок, шт; $\sum j$ – сумма всех затрат, включающая стоимость оборудования, стоимость производственных площадей, стоимость эксплуатации, расходы на инструмент, энергоресурсы, материалы и др.

Эти требования могут быть удовлетворены за счет максимального развития двух основных важнейших технических характеристик, технологического оборудования и производства в целом, а именно автоматизма и непрерывности производства. Выполнение этих задач может быть осуществлено только при создании принципиально новых машин, обеспечивающих высокую степень автоматизма и непрерывности, так называемых машин и оборудования роторного типа, в которых все технологические операции, связанные с получением отливок, выполняются непрерывно, в движении, без остановок на выполнение вспомогательных технологических операций.

Литейные машины роторного типа принадлежат к машинам III класса и являются самыми сложными для реализации технологического процесса литья в связи с тем, что взаимодействие между инструментом (жидким расплавом) и предметом обработки (литейной формой) происходит не по точке, не по линии, а по всей сложной поверхности отливки [4].

Используя полученные результаты исследований, температурно-временные параметры технологического процесса литья свинцовых пломб разработана технологическая, конструкторская документация опытно-промышленного образца высокопроизводительного роторного автомата для литья свинцовых пломб с верхним колесным выталкивателем. Первый изготовленный образец «автомата» представлен на рис. 3, а, б.

После испытаний, доводки технологии и конструкции автомата, корректировки документации изготовлена промышленная партия модернизированных автоматов, с помощью которых организовано производство свинцовых пломб. Схематическое изображение первого опытного образца роторного автомата с верхним колесным выталкивателем показано на рис. 3, а, б. Указанные геометрические размеры – справочные.

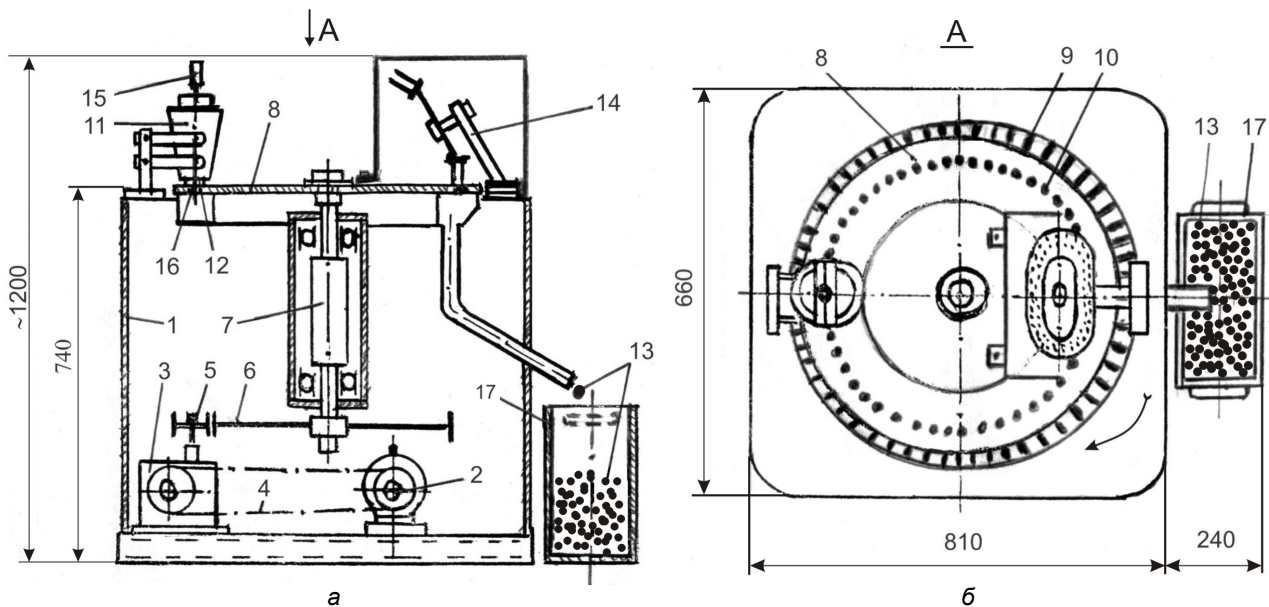
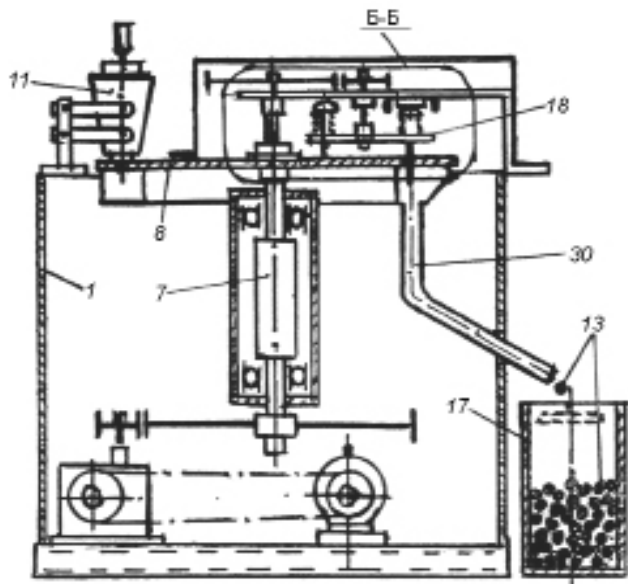
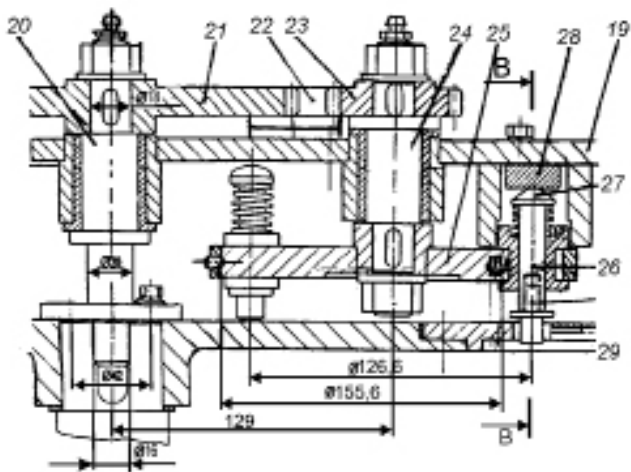


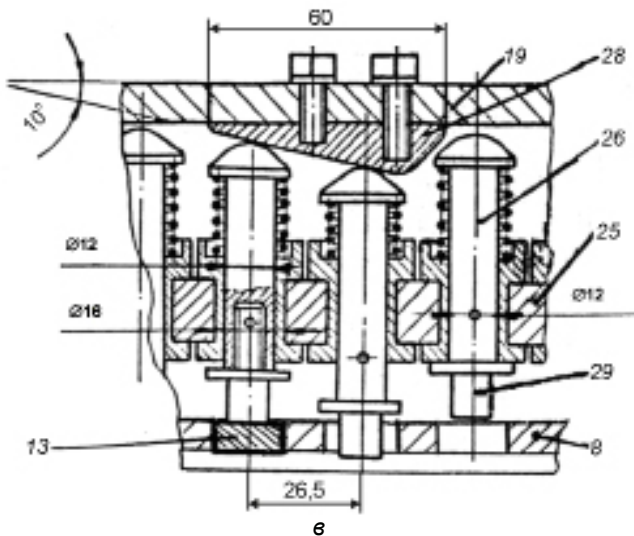
Рис. 3. Роторный автомат с верхним колесным выталкивателем. Главный вид (а), вид А, сверху (б): 1 – корпус; 2 – электродвигатель; 3 – редуктор; 4 – клиноременная передача; 5 – шестерня; 6 – колесо зубчатое; 7 – вал; 8 – ротор-планшайба; 9 – чека фасонная; 10 – отверстие формообразующее; 11 – питатель; 12 – фильера бронзовая; 13 – отливки пломб; 14 – выталкиватель колесный; 15 – стопор; 16 – стержень медный; 17 – емкость наполнительная



а
Б-Б



б
Б-Б



в

Рис. 4. Роторный автомат с верхним барабанным выталкивателем. Главный вид (а), фронтальный разрез Б-Б по барабанному выталкивателю (б), местный разрез Б-В по позиции выталкивания отливок (в): 1 – корпус; 7 – вал; 8 – ротор-планшайба; 11 – питатель; 13 – отливки пловб; 17 – емкость наполнительная; 18 – выталкиватель барабанный; 19 – корпус коробчатый; 20 – ось; 21 – колесо зубчатое; 22, 23 – шестерни; 24 – вал; 25 – диск; 26 – толкатель; 27 – головка; 28 – копир; 29 – наконечник профильный; 30 – труба

Автомат состоит из следующих взаимосвязанных частей и элементов: корпуса 1, в нижней части которого смонтирован привод в виде электродвигателя 2, редуктора 3, соединенных между собой клиноременной передачей 4. На вертикальном выходном валу редуктора смонтирована шестерня 5, входящая в зацепление с зубчатым колесом 6, закрепленным на вертикальном валу 7. В верхней части вала через шпоночное соединение посажен формообразующий отливки пловб ротор-планшайба 8, в радиальных пазах которого расположены подвижные фасонные чеки 9 для получения полости и отверстий в отливках пловб. Над формообразующими отверстиями 10 ротора-планшайбы расположен питатель 11, который через бронзовую фильеру 12 соприкасается с поверхностью ротора и подает жидкий расплав в формообразующие отверстия для получения отливок пловб 13. С целью выдавливания, извлечения отливок пловб из формообразующих отверстий ротора на корпусе смонтирован колесный выталкиватель 14.

Плавка свинцового шихтового лома и кусковых отходов осуществляется в автономном плавильном устройстве (печи), которое в состав роторного автомата не входит. Разработанный и созданный автомат соответствует требованиям ГОСТ 15001-88 [6] и обеспечивает выполнение следующих технологических операций и вспомогательных функций: очистку внутренних поверхностей тигля и продувку фильеры питателя от пригоревших и прикипевших остатков шлака и скрапа; включение нагревательного элемента питателя для его разогрева; хранение и подогрев расплава в питателе; очистку поверхности фильеры, открытие стопора 15; контакт питателя с ротором, прижим фильеры к поверхности ротора и фиксация при помощи упругих прижимов; включение вращения ротора; разогрев поверхности вращающегося ротора маломощной горелкой до температуры 130 ± 10 °С; ввод через стопор во внутреннюю полость фильеры медного стержня (иглы) 16 для разогрева, расплавления свинцовой пробки в нижней стыковой части фильеры, открытия отверстия для разлива расплава; заполнение расплавом формообразующих отверстий ротора; затвердевание отливок; выталкивание, извлечение отливок пловб из ротора и передача их в накопительную емкость 17 для готовых отливок.

При работе автомата могут возникать неисправности, отклонения от нормальной работы механизмов, устройств, нарушения технологического процесса плавки, разлива, извлечения отливок. Конструкция автомата позволяет регулировать, устранять неисправности в работе и отклонения от технологии изготовления отливок.

С целью повышения качества отливок пловб, стабильности работы автомата, экономии энергоресурсов и материалов выполнена модернизация конструкции автомата, а именно: замена колесного выталкивателя 14 на выталкиватель барабанного типа. При этом значительно повышается качество наружной поверхности отливок пловб, устраняются заедания, перекосы при выталкивании отливок из формообразующих отверстий ротора. Модернизированный роторный автомат с верхним барабанным

выталкивателем схематически показан на рис. 4, а-в, в которых корпус, привод, ротор-планшайба, питатель аналогичны и полностью заимствованы из роторного автомата с верхним колесным выталкивателем, показанным на рис. 3, а, б. Указанные геометрические размеры справочные. Барабанный выталкиватель 18 (рис. 4, а-в) состоит из коробчатого корпуса 19 (рис. 4, б), на котором закреплена ось 20 с приводным зубчатым колесом 21, находящимся в зацеплении с шестернями 22, 23. Шестерня 23 приводит во вращение вал 24 с диском 25, в гнездах которого расположены подпружиненные подвижные толкатели 26 (рис. 4, б, в). При вращении диска 25 с толкателями 26 головки 27 взаимодействуют с наклонной поверхностью копира 28. Опускаясь вертикально вниз, профильные наконечники 29 соосно нажимают на торцевые поверхности отливок пломб 13 и выдавливают их из формообразующих отверстий ротора. По трубе 30 отливки пломб перемещаются и падают в накопительную емкость 17 для готовых отливок.

Для удовлетворения возрастающих потребностей в литых цинковых ронделях и свинцовых пломбах с целью значительного увеличения производительности, упрощения конструкции на базе существующих роторных автоматов разработана принципиально новая конструкция, изготовлены и запущены в производство роторные автоматы с нижним копирно-плунжерным выталкиванием (рис. 5, а, б), в которых основные базовые составные части, в частности, корпус 31, привод 32, вертикальный приводной вал 33 аналогичны вышеуказанным роторным автоматам. Принципиальное отличие состоит в том, что выталкивание отливок осуществляется в направлении снизу вверх при помощи плунжеров, движущихся в соответствии с профильной поверхностью кольцевого копира. На вертикальном приводном

валу 33 (рис. 5, а, б) закреплен ротор-планшайба 34 с максимально увеличенным числом формообразующих отверстий 35, подвижных фасонных чек 36 и плунжеров 37. Автомат снабжен перемещающимся по технологическим направляющим 38 плавильно-питающим миксером 39. При вращении ротора-планшайбы 34 нижние концы плунжеров 37 взаимодействуют с профильной поверхностью кольцевого копира 40, перемещаются вверх или вниз в соответствии с циклограммой работы и выполнением необходимых технологических операций автомата.

После заливки расплава и затвердевания отливок они выдавливаются вверх из формообразующих отверстий, поднимаясь над поверхностью ротора-планшайбы, и, соприкасаясь с криволинейной поверхностью сбрасывающего кронштейна 41, перемещаются по касательной и падают в накопительную емкость 17.

Эксплуатация роторных автоматов подтвердила их высокую эксплуатационную надежность, долговечность, простоту обслуживания и безопасность в работе.

Основные технические данные и характеристики роторных автоматов:

– наружный диаметр отливок, мм	10-30
– высота отливок, мм	7-10
– расчетная цикловая производительность в установившемся режиме, отл./ч	от 5000 до 18000
– расход охлаждающей воды, м ³ /ч, не более	1,8
– давление охлаждающей воды, МПа	0,1-0,2
– Питающая электросеть	
род тока	переменный
частота, Гц	50 ± 1
напряжение, В	220 ± 10
– установленная мощность, кВт, не более	6

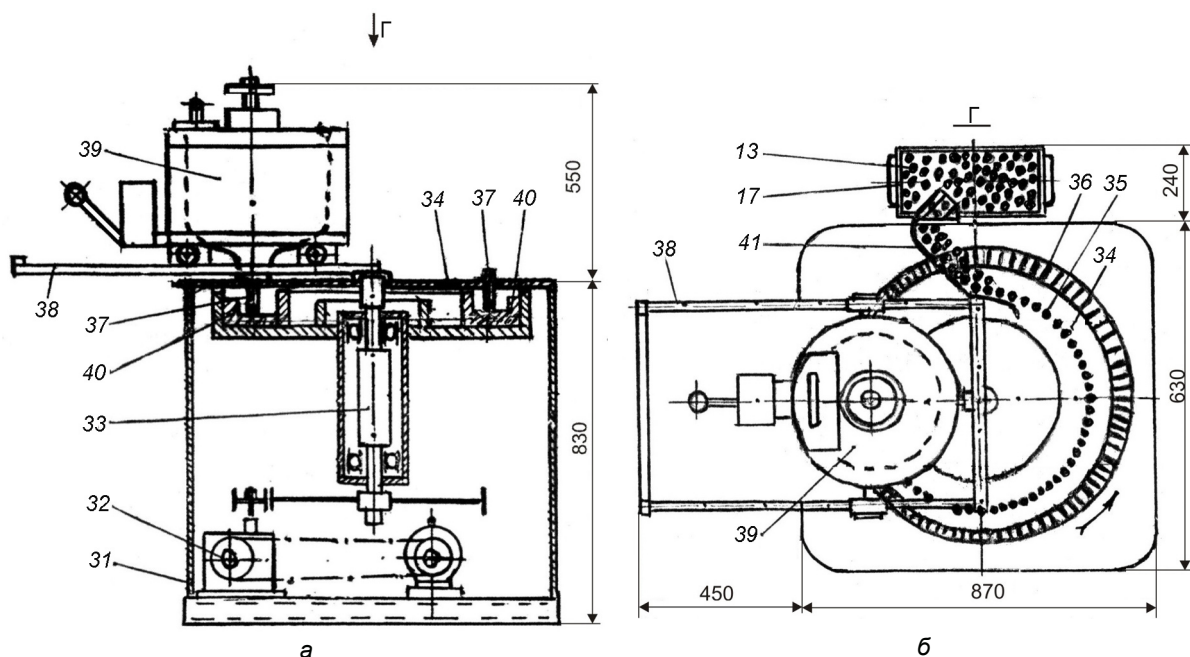


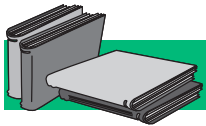
Рис. 5. Роторный автомат с нижним копирно-плунжерным выталкиванием. Главный вид (а), вид Г, сверху (б): 13 – отливки пломб; 17 – емкость накопительная; 31 – корпус; 32 – привод; 33 – вал приводной; 34 – ротор-планшайба; 35 – отверстие формообразующее; 36 – чека фасонная; 37 – плунжер; 38 – направляющая; 39 – миксер плавильно-питающий; 40 – копир кольцевой; 41 – кронштейн сбрасывающий

– габаритные размеры, мм, не более	
длина	1300
ширина	900
высота	1400
– масса, кг, не более	400

Таким образом, разработка технологии, создание высокопроизводительных роторных литейных автоматов, расширение их технологических возможностей позволили решить задачу организации массового производства свинцовых пломб и цинковых ронделей на предприятиях Украины и России.

Выводы

С применением высокопроизводительных роторных литейных автоматов улучшается безопасность, стабильность работы оборудования, уменьшаются расходы на техническое обслуживание, ремонтные работы, значительно возрастает производительность труда, качество выпускаемой продукции, экономия энергоресурсов и материалов, улучшаются условия труда.



ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 30269-95. Пломбы свинцовые. Общие технические условия.
2. ГОСТ 3778-98. Свинец марок С0, С1, С2, С3. Общие технические условия.
3. ГОСТ 1292-81. Сплавы свинцово-сурьмянистые.
4. Кошкин Л. Н. Роторные и роторно-конвейерные линии. – М.: Машиностроение, 1982. – С. 3-29.
5. ГОСТ 2789-73. Основные параметры шероховатости и ее обозначение.
6. ГОСТ 15.001-88. Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения.

Анотація

Каричковський П. М., Кірієвський Б. А., Лопаткін С. С.

Технологічні, конструктивні особливості високопродуктивних ливарних автоматів для масового виробництва свинцевих пломб та цинкових ронделей

Наведено опис основних закономірностей технологічних процесів при литті та твердненні свинцевих пломб і цинкових ронделей. З врахуванням цих закономірностей розроблено конструкторську документацію у відповідності до ГОСТ 15.001-88, створена гама високопродуктивних роторних автоматів, організовано масове виробництво свинцевих пломб і цинкових ронделей.

Ключові слова

високопродуктивне обладнання, експлуатаційна надійність, роторні автомати, масове виробництво, свинцеві пломби, цинкові ронделі

Summary

Karichkovsky P., Kirievsky B., Lopatkin S.

Technological, constructional peculiarities of the high-performance casting automatic machines for mass production of the leaden seals and zinc products

The description of the main regularities of the technological processes by casting, solidification of the leaden seals, zinc products is given. The engineering documentation was developed using the regularities according to the GOST 15.001-88, the range of high-performance rotary automatic machines was created, the mass production of the leaden seals and zinc products was organized.

Keywords

high-performance equipment, operation reliability, rotary automatic machines, mass production, leaden seals, zinc products

Поступила 09.04.10