

ОТПУСК ДЕТАЛЕЙ ШАРИКОПОДШИПНИКОВ ПАРОМ

Б. В. ВОЛЬКЕНАУ

Перед шлифовкой детали шарикоподшипников проходят термическую обработку. Термическая обработка состоит из операций: 1) нагрев под закалку до 780—870°C; 2) закалка в масло (воду) и 3) отпуск при 130—180°C [1; 3].

Отпуск производится в масле или в воздухе с естественным движением или приводимом в движение вентилятором.

Передача деталей с одной операции на другую производится различно. С первой операции на вторую передача ведется всегда конвейерно, т. е. без участия рабочего. Передача со второй операции на третью ведется и конвейерно, и с перегрузкой деталей из одного устройства в другое вручную.

Источником тепла во всех операциях отпуска служит электроэнергия. Электроэнергией нагревается воздух и масло.

В технике для получения температур до 180°C, как это имеет место при отпуске деталей шарикоподшипников, не рационально применять электроэнергию, особенно полученную на тепловых станциях.

Получение электроэнергии на тепловых станциях сопряжено с большими потерями тепла. Из тепла топлива на электростанциях используется только 21%. Если учесть еще потери в сети, то на месте потребления может быть использована небольшая доля тепла топлива, затраченного в котельной, значительно меньше, чем указанный 21%.

В большинстве технологических процессов, где требуется температура до 180°C, применяются другие, не электрические способы нагрева, например, нагрев паром. При нагреве паром достигается очень точная регулировка температуры.

В термической обработке деталей шарикоподшипников традиционно установился нагрев электроэнергией. И там, где этот нагрев рационален—при отжиге и нагреве под закалку, и там, где этот нагрев не рационален—при отпуске.

Применение пара для отпуска деталей по сравнению с отпуском в воздухе выгодно благодаря быстрому прогреву деталей. Это теоретически нетрудно видеть из сравнения коэффициентов теплоотдачи; α для воздуха колеблется от 5—200 $\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \text{час гр}}$, а для конденсирующегося пара от 6000—

15000 $\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \text{час. гр}}$.

По сравнению с отпуском в масле получается значительная выгода в том, что не нужно расходовать масла, отпадает также промывка деталей от масла.

Отпуск имеет важное значение для качества подшипников. При отпуске уменьшается хрупкость закаленных деталей и увеличивается пластичность.

Влияние длительности отпуска при 150°C исследовал П. А. Дворянов [2].

Для определения сроков службы подшипника теоретическая долговечность при определенной нагрузке 164 часа.

Результаты испытания на долговечность в зависимости от длительности отпуска оказались следующими:

№	1 без отпуска	долговечность	50,7% от теоретической
2	"	"	24,6
3	"	"	134,1
4	с отпуском 30 мин.	"	35,9
5	" 30 мин.	"	112,5
6	" 1 час	"	218,0
7	" 1 час	"	511,3
8	" 2 часа	"	404,0
9	" 2 часа	"	489,09
10	" 4 часа	"	664,0

При отпуске паром время отпуска может быть значительно увеличено. Автоклав занимает мало места и можно поставить два автоклава и увеличить время отпуска вдвое. Этого нельзя сделать ни при отпуске в воздухе, ни при отпуске в масле.

Опыты проведены на ИГПЗ в 1933—34 гг. Был изготовлен вертикальный котел (автоклав) из листового железа, внутренний его диаметр 600 мм и высота 1150 мм. Подвод пара сделан сверху цилиндра и отвод пара и конденсата в нижнем днище.

Для загрузки сверху сделана крышка на 8 болтах. Такой котел имеет достаточную емкость для загрузки в цилиндрической касете с отверстиями 500—450 кг шариков 13/16" и роликов и меньшего количества колец (320—290 кг).

Такой котел мал для производственных целей. На фиг. 1 показан большой котел для загрузки 500 кг средних колец, т. е. для двухчасовой работы закалочной печи.

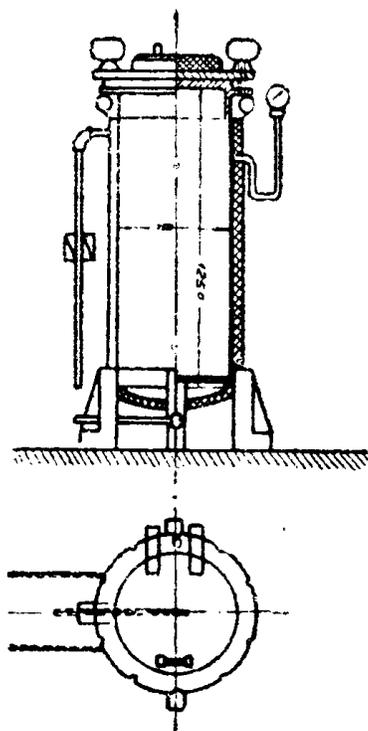
В цилиндрической части котла сделано два отверстия с гайками и резиновыми пробками для термомпар (фиг. 1). Одна термомпара показывает температуру пара, другая, вставленная в отверстие, высверленное в детали до середины, показывает температуру детали.

Для регулирования температуры надо установить редукционный клапан, но опыты проводились с ручной регулировкой.

Проведенные опыты показали, что детали не подвергаются никакой коррозии, а после отпуска выходят из котла сухими. Масло, оставшееся после закалочного бака, почти полностью смывается. Поверхность деталей настолько освободилась от масла, что детали могли быть пущены на шлифовку. Увеличение времени продувки дает совершенно свободные от масла детали.

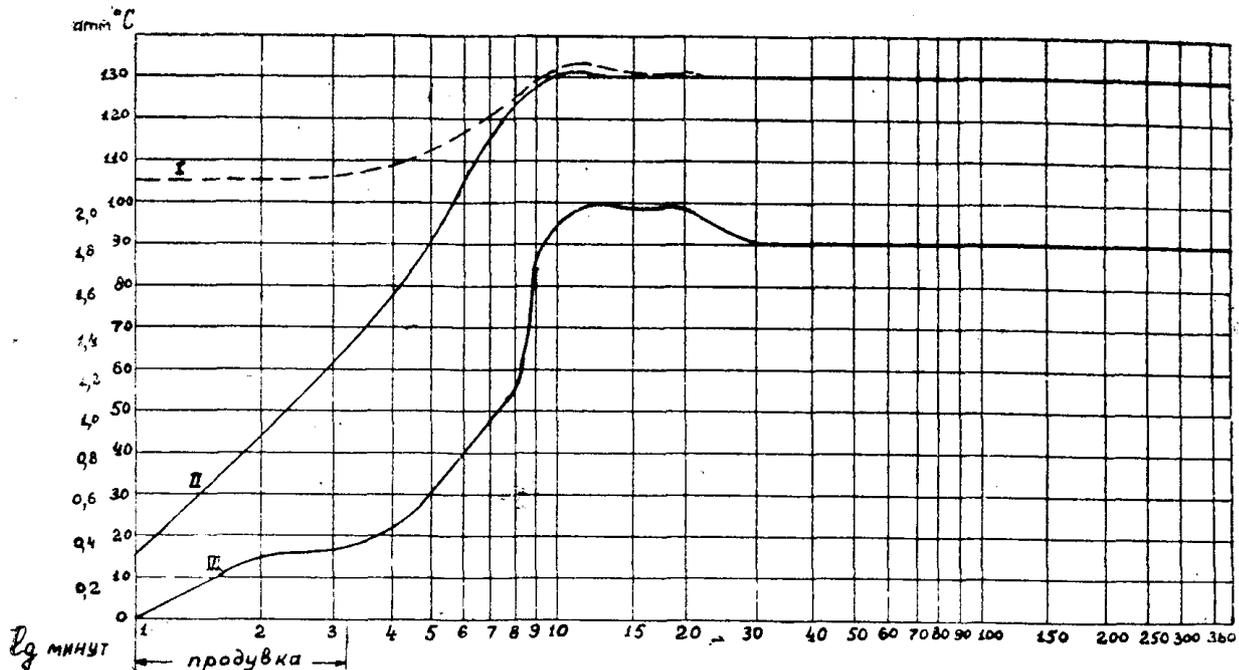
Время прогрева деталей видно на фиг. 2 и не превышает 10 минут. Интересно сравнить это с прогревом шариков во вращающейся печи „Фиат“, где прогрев достигается через 100 минут и более (фиг. 4).

Сравнивая нагрев паром (фиг. 3) и нагрев воздухом (фиг. 5), важно отметить, как в первом случае температура деталей следует за температурой пара и как отстает температура деталей от температуры воздуха.



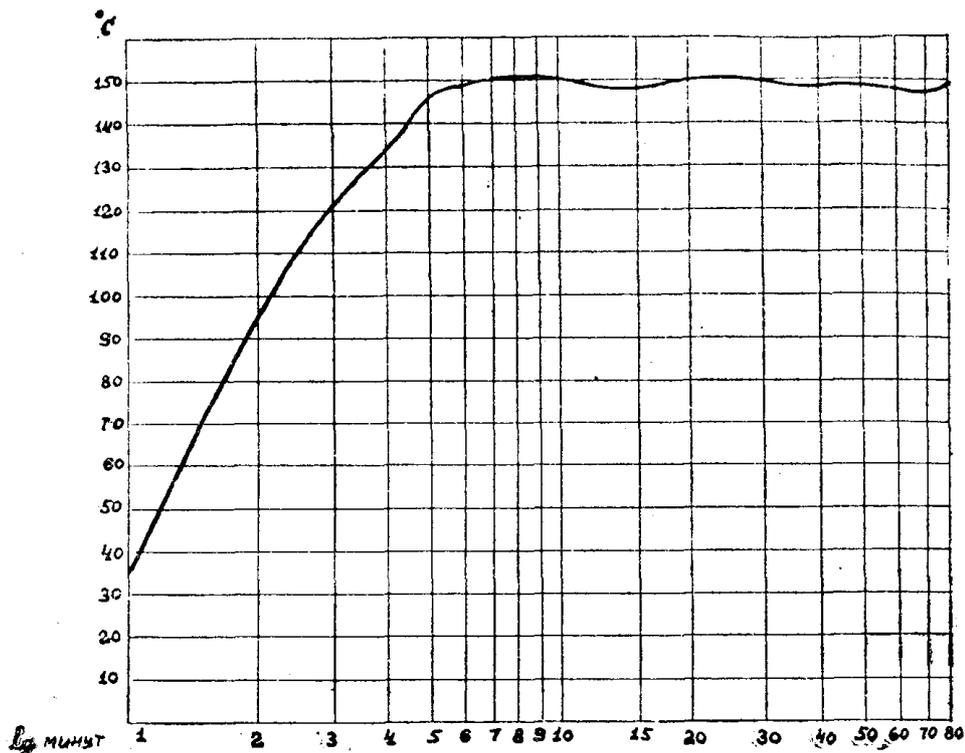
Фиг. 1. Автоклав (котел) для отпуска деталей шарикоподшипников.

В паровом котле невозможно себе представить неравномерного прогрева, в воздушной же конвейерной печи неравномерный прогрев обычное явление и, как следствие этого,—брак.



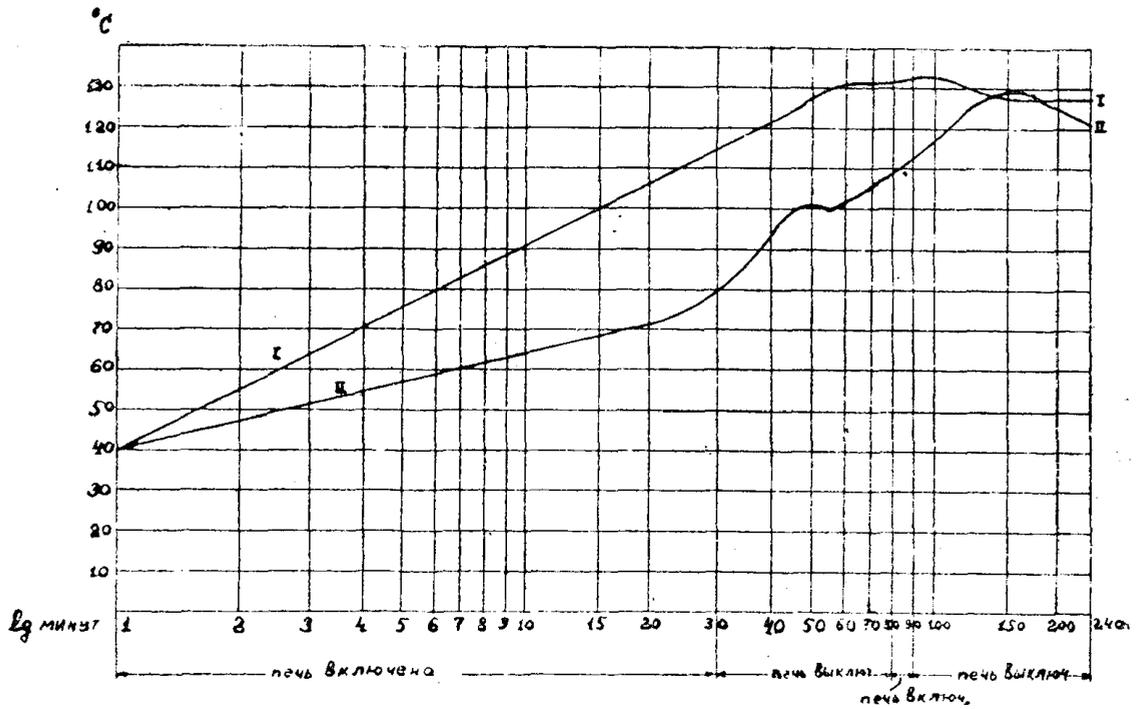
Фиг. 2. Отпуск роликов Р.Р.9. Загрузка 480 кг, I температура в котле, II температура середины ролика, III давление.

После отпуска детали выходят из котла, как указано, сухими. После отпуска котел соединяется с дренажем, где давление 1 атм. Температура деталей и стенок котла к концу отпуска выше 100°C, и при открывании

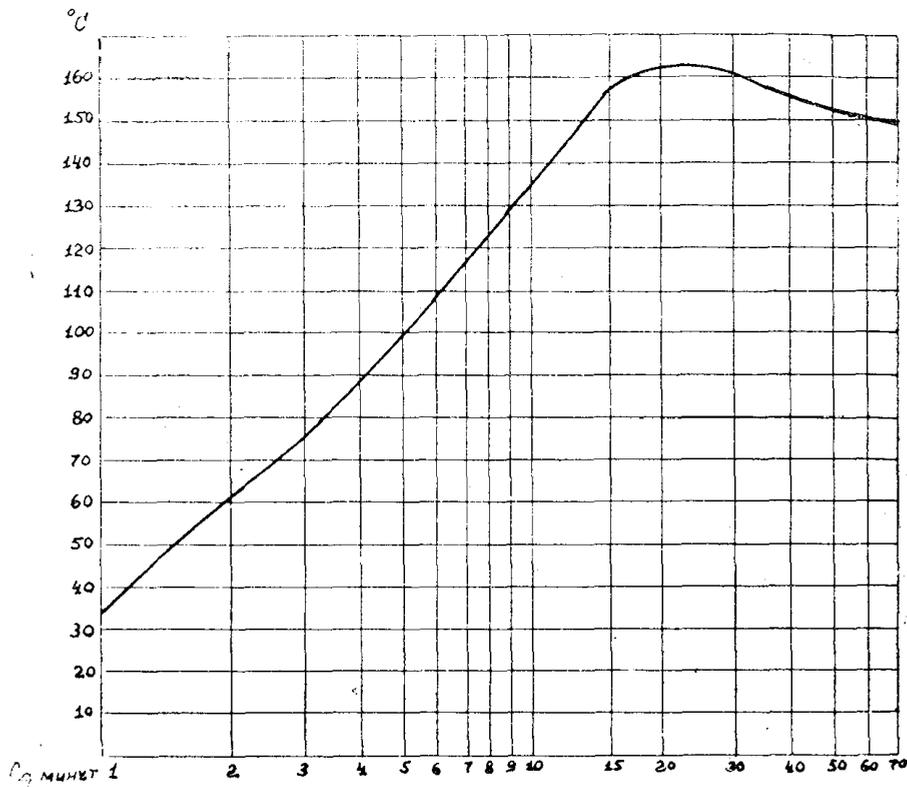


Фиг. 3. Отпуск паром наружных колец 318Н. Загрузка 290 кг.

автоклава тепло стенок котла и деталей расходуется на испарение частиц конденсата, задерживающегося между деталями. Качество отпуска паром.



Фиг. 4. Отпуск электроэнергии в воздушной среде в печи Фиат для шариков 1". I температура в печи, II температура в центре шарика.

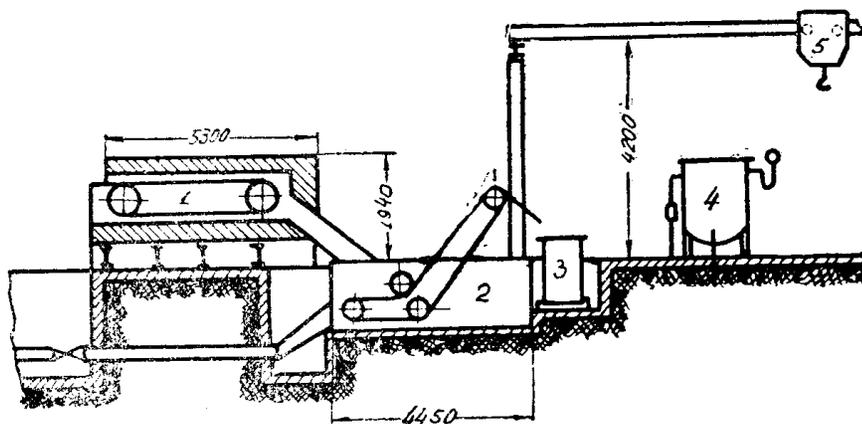


Фиг 5. Отпуск наружных колец 318Н в воздушной печи без циркуляции воздуха. Температура середины тела кольца.

было проверено лабораторией завода и оказалось вполне удовлетворительным. Эти опыты повторены на ГПЗ в 1951—52 гг. с теми же удовлетворительными результатами.

Расход пара на 1 т изделий при отпуске шариков за 5 час. до 135°C 43 кг, роликов за 2 часа до 150°C 52 кг и колец за 2 часа до 150°C 49 кг, в среднем 50 кг. Расход электроэнергии на тонну в воздушной печи шариков 131 квтч, роликов 69 квтч и колец 87 квтч.

При внедрении отпуска паром на закалочной линии после закалочного бака устанавливается на некотором расстоянии от него котел—автоклав (фиг. 6). Под лотком сброса конвейера закалочного бака устанавливается перфорированная кассета на поддоне для сброса стекающего масла.



Фиг. 6. Схема закалки с отпуском паром.

1. Электрическая закалочная печь.
2. Закалочный бак.
3. Перфорированная кассета для колец.
4. Автоклав для отпуска паром.
5. Тельфер.

Размеры кассеты, если ее внешние размеры примерно равны внутренним размерам котла, достаточны для приема свыше двухчасовой продукции закалочной печи—500 кг.

Лоток имеет поворотный лист снизу, чтобы принять 50 кг колец, когда переставляются кассеты.

Для перемещения кассет от лотка в автоклав и далее на сортировку устанавливается тельфер на балке или ручной поворотный кран для индивидуального обслуживания каждого закалочного агрегата или катучая балка для обслуживания нескольких агрегатов.

Технологический процесс будет протекать так: после выходного дня, когда начинает работать агрегат, у лотка закалочного бака устанавливается кассета и в нее поступают закалочные кольца в течение 2 часов. В это время автоклав не работает. По заполнению кассеты она перемещается в автоклав тельфером, а к лотку ставится новая кассета. В автоклаве кассета выдерживается 2 часа и выгружается на контроль, тельфер погружает в автоклав вторую кассету и т. д. Для работы надо 3 кассеты к каждому агрегату.

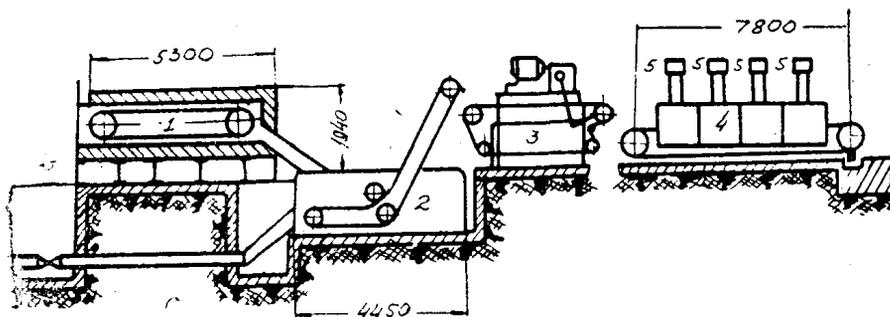
От начала выдачи колец с закалочного бака до подачи колец на сортировку в начале каждой недели пройдет 4 часа. В дальнейшем кольца будут выдаваться через каждые 2 часа.

Сравнивая (фиг. 7) закалочный агрегат с воздушной печью и с автоклавом для отпуска паром, по сравнению с моечной машиной и воздушной закалочной печью видно, как мало места занимает автоклав.

Может показаться, что недостатком отпуска паром является нарушение конвейерного принципа. При отпуске паром на 4 автоклавах будет занят

только один рабочий. Простота устройства автоклава по сравнению с конвейером создает значительные удобства и надежность в работе. Отпадают все неполадки с электрическими нагревателями, с падением колец под конвейер, его вытягивание. Все это ведет к остановкам на несколько часов, так как надо вести ремонт внутри печи. Отпадают гальванометры, регулирующие температуру у печей, сложные устройства, часто требующие ремонта.

У автоклава имеется единственное место, где может потребоваться ремонт.—это прокладка крышки, но она находится снаружи и может быть быстро сменена вместе с крышкой. Регулирующее устройство—редукционный вентиль с манометром, отградуированным по температуре, значительно проще контактных гальванометров.



Фиг. 7. Схема закалки с отпуском в воздушной печи с циркуляцией воздуха.

1. Электрическая закалочная печь. 2. Закалочный бак. 3. Моечная машина. 4. Воздушная закалочная печь с циркуляцией. 5. Вентилаторы.

Пар для отпуска брался из отопительной магистрали. В то время еще не разрешали расходовать пар на производстве и требовали возврата конденсата. Это было одной из причин, почему не был введен отпуск паром. При отсутствии магистрали можно установить вне цеха вертикальный котел Шухова.

Опасения о повышении влажности воздуха в цехе не основательны.

При открывании автоклава в нем будет находиться $0,5 \text{ м}^3$ пара. Удельный вес пара при 1 ата $0,6 \text{ кг/м}^3$, т. е. пара будет $0,3 \text{ кг}$. Нормально воздух содержит $8-10 \text{ г}$ паров воды в одном кубическом метре. При 10 открываниях автоклавов в цех поступит паров воды 3 кг . При кубатуре цеха $6-8 \text{ тыс/м}^3$ увеличение абсолютной влажности в цеху будет приблизительно на $\frac{1}{2} \text{ г/м}^3$ при однократном обмене воздуха в час. Это не должно вызывать затруднений. Если хотят избежать и такого увеличения влажности, то устанавливанием парового эжектора на дренаже можно свести поступление пара в цех к нулю.

Все изложенное можно резюмировать в следующих положениях:

1. В условиях получения электроэнергии от тепловой электростанции не рационально вести нагрев до температуры порядка $150-180^\circ\text{C}$ электроэнергией.

2. Экономически более выгодно в указанных условиях вести нагрев паром.

3. Пар для отпуска применяется невысокого давления до $5,3 \text{ ата}$.

4. Температура отпуска легко и точно регулируется редукционным клапаном.

5. Коэффициент теплоотдачи при отпуске паром гораздо выше, чем при отпуске в воздушной печи, поэтому нагрев деталей идет скорей.

6. Прогрев деталей идет по всей толщине загруженного массива деталей при отпуске паром. При отпуске электроэнергией в воздухе прогрев не равномерный, в зависимости от места детали в массиве.

7. При отпуске паром нарушается конвейерный принцип движения деталей в закалочно-отпускном агрегате.

8. При отпуске паром отпускной котел (автоклав) проще, чем конвейерная отпускная печь, и надежней в работе, так как исключены растягивания конвейера и попадание деталей под ленту, перегорание электрических нагревателей.

9. Котел занимает меньше места, чем конвейерная воздушная или масляная ванна, и ремонт проще.

10. Обслуживание котла не потребует больше рабочих, чем конвейерная печь, а, учитывая отсутствие неполадок, даже меньше.

11. Котел при отпуске паром дает возможность неограниченно увеличить время отпуска, не увеличивая места, занимаемого котлом, удлинение отпуска улучшает качество подшипников и удлиняет срок их службы [2].

12. Качество деталей, отпущенных паром, вполне удовлетворительное.

13. При отпуске паром отпадает операция промывки от масла закалочного бака.

14. При отпуске паром не наблюдается коррозии и детали выходят из котла сухими.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Раузин Я. Р. Термическая обработка хромистой стали, стр. 188, 1950.
2. Дворянов П. А. Влияние длительности при отпуске на долговечность подшипников. „Подшипник“ № 7, стр. 12—16, 1938.
3. Лурье Г. Б. Технология производства подшипников качения, стр. 448, 1949.