

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА «МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ»  
ИМ. ПРОФ. СЕДУША В.Я.**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**к проведению практических занятий по дисциплине вариативной части**

**по выбору вуза профессионального цикла**

## **ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ОБСЛУЖИВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН**

**для студентов всех форм обучения**

**направления подготовки 15.03.02**

**«Технологические машины и оборудование»**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА «МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ ЧЕРНОЙ  
МЕТАЛЛУРГИИ» ИМ. ПРОФ. СЕДУША В.Я.**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**к проведению практических занятий по дисциплине вариативной части**

**по выбору вуза профессионального цикла**

## **ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ОБСЛУЖИВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН**

**для студентов всех форм обучения**

**направления подготовки 15.03.02**

**«Технологические машины и оборудование»**

Рассмотрены на заседании  
кафедры «Механическое оборудование  
заводов черной металлургии»  
им. проф. Седуша В.Я.  
Протокол № 11 от 03.04.2017 г.

Утверждены на заседании  
учебно-издательского совета ДОННТУ  
Протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_. 20\_\_ г.

Донецк  
ДОННТУ  
2017

УДК 53.083

Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине вариативной части по выбору вуза профессионального цикла «Эксплуатация и обслуживание металлургических машин» для студентов всех форм обучения направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» / сост.: В. А. Сидоров. – Донецк: ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 2017. – 24 с.

Отражены цели и задачи практических занятий по дисциплине «Эксплуатация и обслуживание металлургических машин» для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование». Описаны структура занятий, порядок подготовки к ним, последовательность операций и действий, направленных на выполнение поставленных задач, даны рекомендации по использованию теоретического материала.

*Составители:* Сидоров В.А., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии» им. проф. Седуша В.Я.

*Рецензенты:* д.т.н., профессор А.П. Кононенко

к.т.н., доцент Е.В. Ошовская

Ответственный за выпуск:

д. т. н., профессор А. Л. Сотников

© В. А. Сидоров

## **Методические рекомендации по монтажу, ремонту и сборке шестерённых клеток**

Шестеренные клетки предназначены для деления крутящего момента, получаемого от главного двигателя и привода валков стана. Шестерённые клетки предусмотрены во всех прокатных станах, за исключением станов с индивидуальным приводом валков. В двухвалковых шестерённых клетях приводной от двигателя является нижняя вал-шестерня, в трёхвалковых - средняя.

В шестерённых клетях применяются шестерни с шевронным зубом. Их часто называют шестерёнными валками.

Шестерённые клетки делаются открытыми (со съёмными крышками). Они состоят из следующих основных элементов: станины, опирающейся в отдельных случаях на фундаментную плиту, верхней и боковых крышек, подушек, шестерен (шестерённых валков), устанавливаемых в подшипниках качения или скольжения. Шестерённые клетки мелко и среднесортных станов, поставляются в собранном виде, а крупносортовых и широкополосных станов – в разобранном.

Станины и крышки изготавливают из высокопрочного или модифицированного чугуна (марка ВЧ 45-5, СЧ 32-52), шестерни из ковanej легированной нормализованной стали 40 ХН, 38 ХНМА, 34 ХНЗМ или 60 Х2МФ, а зубья подвергаются поверхностной закалке.

Подшипники устанавливаются роликовые сферические двухрядные типов 3000; 13000; 113000, роликовые конические двухрядные радиально-упорные типов 97000 или, реже баб- битовые (если конструктивно нельзя применить роликовые ввиду их больших габаритов).

К подшипникам и в зубчатое зацепление непрерывно подается жидкая смазка от центральной циркуляционной смазочной станции, обычно расположенной в подвале вблизи шестерённых клеток. Для шестерен и подшипников должно быть предусмотрено хорошее уплотнение, не допускающее утечек масла, оказывающего разрушительное воздействие на фундамент.

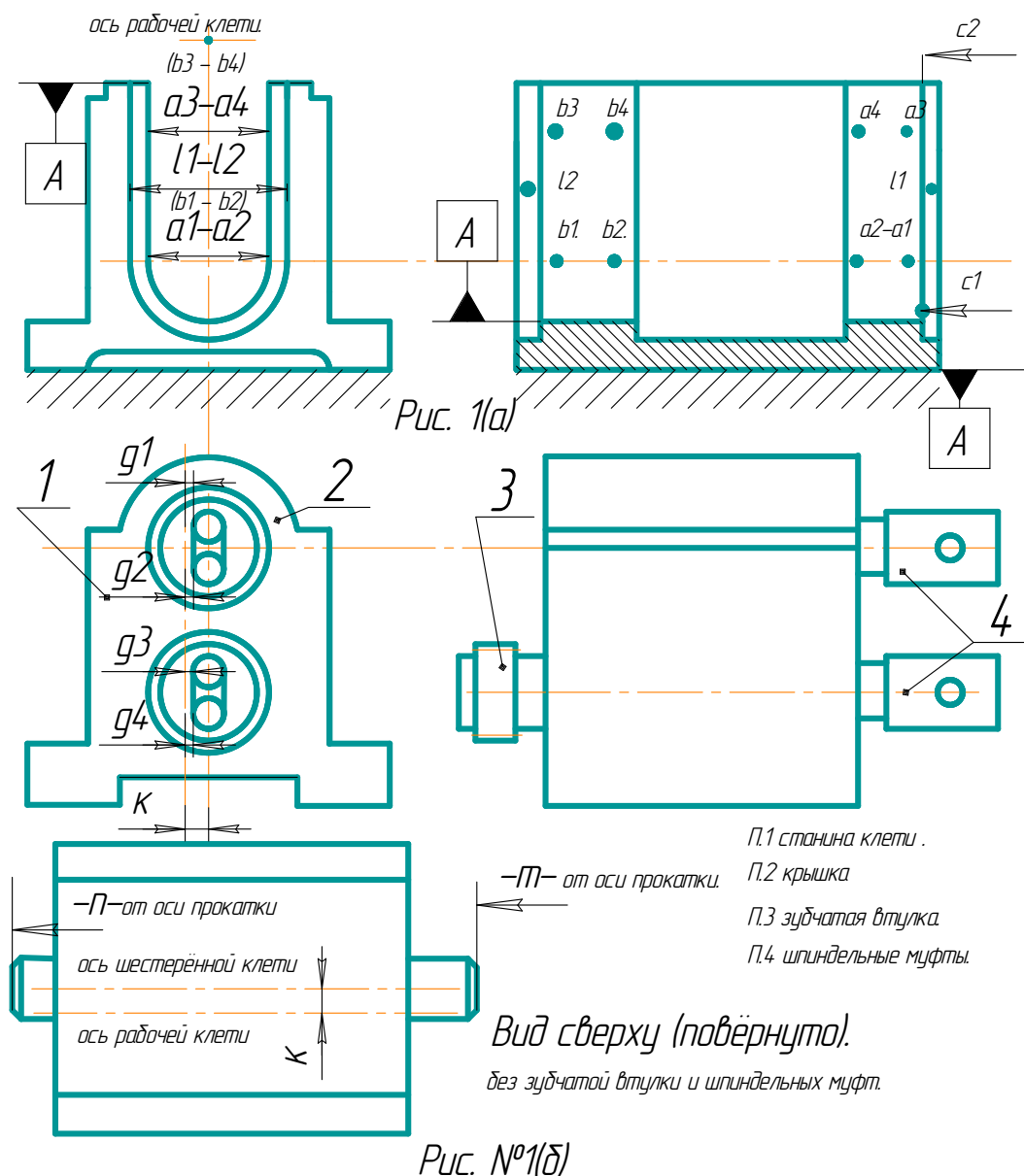
## **МОНТАЖ ШЕСТЕРЕННЫХ КЛЕТЕЙ**

В случае, когда условия ремонта требуют демонтажа клетки с места установки для ремонта фундамента, замены станины или плитовины под клетью, то перед её снятием необходимо сделать вынос осей положения клетки, как в плане относительно оси рабочей клетки, так и относительно оси прокатки. Произведённые замеры высотных отметок необходимо отметить в формуляре. Если грузоподъёмные механизмы, находящиеся в зоне ремонта клетки, позволяют (при необходимости) демонтировать её в собранном виде, то клеть после демонтажа передаётся на отдельную сборочную площадку, где и производятся все ремонтные работы.

По окончании ремонта, клеть монтируется на место. Если имеется возможность смонтировать клеть в собранном виде, то контроль правильности монтажа производят по муфтам клетки (со стороны привода – это зубчатая муфта, а со стороны рабочей клетки – шпиндельная).

Монтаж новых шестерённых клеток, поставляемых отдельными узлами, начинают с установки станины. Предварительно промеряют размеры ее окон с обоих торцов: **a1-a4; b1-b4; l1-l2**; а также размеры подушек. Несоответствие их проектным размерам может привести к увеличенному зазору между плоскостями окон и подушек или их заклиниванию. Размеры замеряют штихмасом в четырех точках, как показано на **рис.1,"а"**. Станины устанавливают относительно продольной (ось рабочей клетки) и поперечной осей (ось прокатки), а также по высотным отметкам. Предварительную выверку осуществляют по окнам и торцам станины, замеряя соответственно размеры **a1-b1** или **a2-b2** (от оси рабочей клетки до плоскости окна) и **c1, c2** (от торца шестерённой клетки до оси прокатки), а окончательную по муфтам, уложенных шестерённых валков (о чём ниже). Положение клетки в плане относительно оси рабочей клетки проверяют по центрам на торцах валков (размер **K**) или замеряют размеры **q1-q4** до плоскости их лопастей (рис. 1 б), относительно поперечной оси, замеряя размеры **-m-** и **-n-** от торцов валков до оси прокатки. Проверку положения по высоте производят по направлению продольной и поперечной осей, принимая за базу плоскость, разъема корпуса, нижнюю плоскость окна или шейки шестерённых валков.

Проверку положения по высоте производят по направлению продольной и поперечной осей, принимая за базу плоскость, разъема корпуса, нижнюю плоскость окна или шейки шестерённых валков.



**Рис. 1. Схемы выверки шестерённой клетки.**

Допуски на установку шестерённых клеток не должны превышать величин, указанных в заводских чертежах, а при их отсутствии соответствовать приведенным ниже:

отклонение размера – К - между осями шестерённой и рабочей клетью  $\pm 5,0\text{мм}$ .

допуск на расстояние – С - между поперечной осью ( торцом ) шестерённой клетки с

осью прокатки, мм:

при длине шпинделя, м: до 3-х  $\pm 1\text{мм}$ .;

свыше - 3-х  $\pm 2\text{мм}$ .;

допуск на горизонтальность в направлении продольной оси на длине - 1 м, 0,1мм;

тоже, в направлении поперечной оси, замеряемое по центрам торцов валков:

на длине 1 м, 0,1мм;

допуск по высоте, замеряемый по нижней плоскости окна станины

или по валку  $\pm 0,5$ мм.

После утяжки болтов и составления формуляра станину клетки сдают под подливку.

При таком методе монтажа окончательную сборку и проверку прилегания подушек и подшипников, пришабровку подшипников скольжения производят после подливки станины шестерённой клетки, что обеспечивает наибольшую точность сопряжения деталей.

В тех случаях, когда по независящим от монтажников причинам задерживается строительная готовность, т. е. не сдают под монтаж фундаменты, или шестерённая клетка подлежит предмонтажной ревизии, целесообразно в стороне на специальном стенде произвести и сборку клетки, а затем смонтировать её в собранном виде.

В этом случае станину устанавливают на стенд, проверяют её положение и соответствие фактических размеров окон проектным, подгоняют подушки и гнезда под подшипники. После этого производят сборку клетки: укладывают нижние подушки на нижнюю плоскость окон, а на них нижний шестерённый валок, затем заводят средние подушки и верхний валок. При этом необходимо обращать внимание, чтобы зубчатое зацепление было собрано в соответствии с заводской маркировкой. Подушки должны входить в окна станины под воздействием собственной массы. При сборке следует обеспечить вертикальное положение лопастей на концах валков, обращенных в сторону шпиндельных устройств. Перед закрытием крышки необходимо проверить плотность её прилегания к разъёму станины и подушкам, (взять оттиски), смазать разъём техническим вазелином и уложить уплотняющий шнур или прокладку. Выверку шестерённой клетки, при установке её в собранном виде, производят, как показано на **рис. 1-б**. Подливку клетки в этом случае выполняют после центровки муфты, соединяющей её с редуктором или непосредственно с главным двигателем через промежуточный вал (более подробно о центровке по муфтам – ниже).

## Последовательность работ при ремонте шестерённой клетки

Ремонт шестерённой клетки и её узлов производится в следующей последовательности: разборка узлов и деталей клетки: при этом все крепёжные детали ( болты, гайки, шайбы, чёки и т. д.) складываются в определённом месте таким образом, чтобы все годные детали можно было использовать повторно. Подушки шестерённых валков после демонтажа складываются на деревянные подкладки, чтобы исключить появление забоин и других повреждений на поверхностях сопрягаемых с подшипниками, корпусом клетки, а также с другими подушками при их очистке и ревизии.

Шестерённые валки после очистки от масла и технологических отходов отправляются на специализированный участок для их разборки и замены изношенных деталей. Корпус клетки после демонтажа всех крышек и узлов необходимо очистить от старых уплотнений, промыть, вытереть насухо, провести его ревизию. При этом проверяется исправность резьб под боковые крышки (при необходимости их прогоняют метчиками, а при неисправности перерезают на следующий по размеру диаметр). После этого производят замеры сопрягаемых поверхностей корпуса по параметрам, отмеченных на **рис. 1**, и сверяются с чертёжными. Аналогичные замеры необходимо провести и по подушкам. Кроме того, подушки проверяются и по поверхностям, сопрягаемыми с подшипниками, после чего сверяются проектные и существующие зазоры, которые не должны выходить за пределы:

При новых подушках - не больше  $\Delta_{\text{мах}}$ , а при ремонтном варианте - не выше  $\Delta_{\text{доп.}}$ .

$$\Delta_{\text{доп.}} = ( 1,5 \div 2,5 ) \Delta_{\text{мах.}}$$

где:  $\Delta_{\text{мах}}$  - наибольший проектный зазор при изготовлении, (берётся по таблице допусков и посадок).

$\Delta_{\text{доп.}}$  - допустимый зазор.

Так, при изготовлении подушек для шестерённой клетки 900 обжимного цеха (диаметр наружного кольца подшипника 971/560 равен 820 мм), допуск при расточке отверстий в подушках (по посадке G6) равен от 0,026 до 0,116 мм, а предельное отклонение диаметра наружного кольца подшипника по 0-му классу точности равно от 0 до – 0,10 мм.

Тогда максимально допустимый зазор в сопряжениях подушки – подшипники будет равен:

$$\Delta_{\text{мах.}} = 0,1 + 0,116 = 0,216 \text{ мм,}$$

при этом

$$\Delta_{\text{доп.}} = 0,216 \times ( 1,5 \div 2,5 ) = 0,324 \div 0,54 \text{ мм.}$$



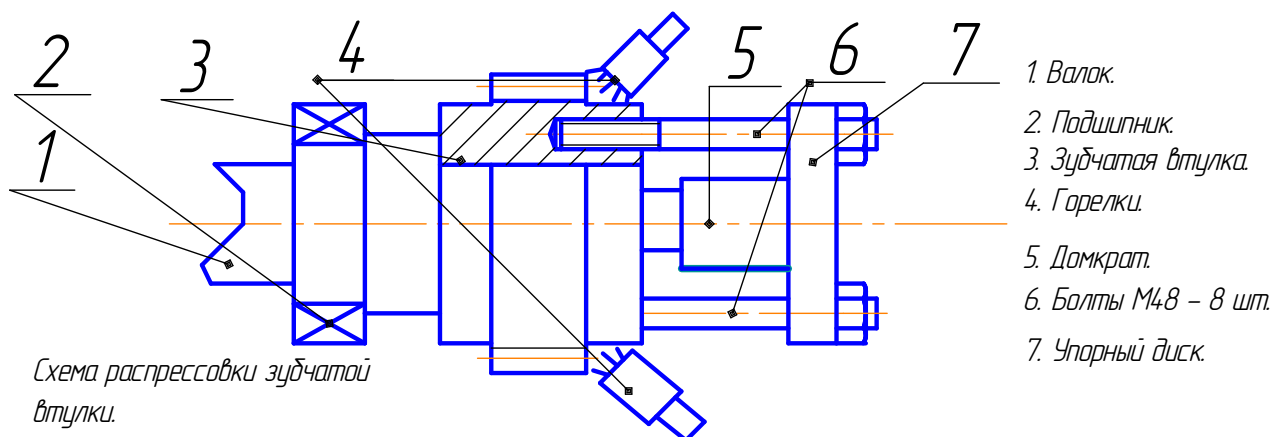
Если зазоры выходят за пределы допустимых, то при наличии новых подушек старые заменяются, а при отсутствии таковых старые можно восстановить по технологии, освоенной фирмой “ООО Альбион – Т”.

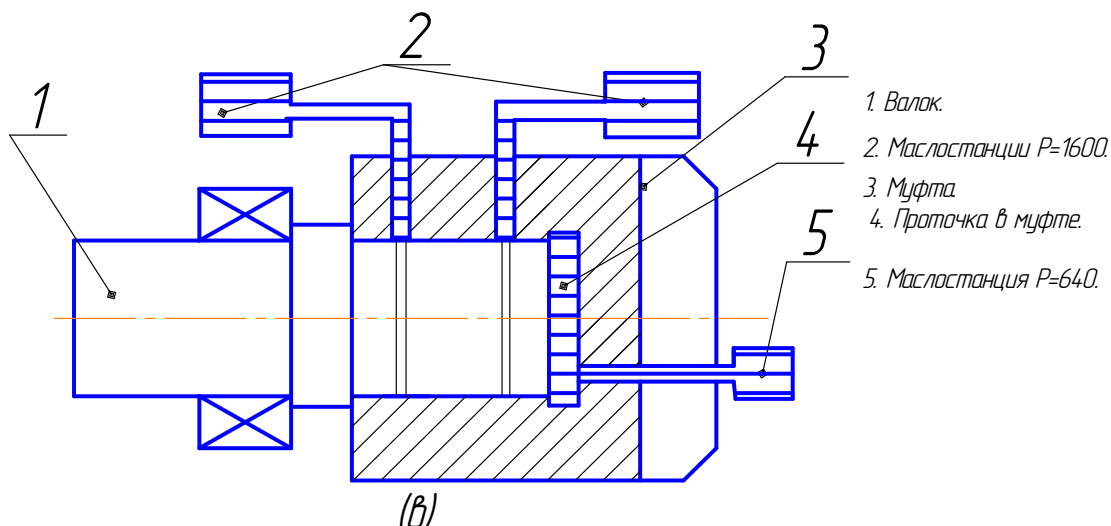
Восстановление посадочных мест по такому методу проведено в обжимном цехе на подушках шестерённой клетки “900” стана“ 950/900 “ в 2003 г., однако опробование их не было проведено, т. к. по состоянию на конец 2004 г. они находятся в резерве. В обжимном цехе подобной методикой выполнено восстановление посадочных мест под подшипники на корпусах редукторов ножниц горячей резки. Год эксплуатации редукторов после ремонта показал удовлетворительные результаты.

### РЕМОНТ ШЕСТЕРЁННЫХ ВАЛКОВ.

Ремонт валков включает полную их разборку на детали. При этом с валка снимается шпиндельная муфта, зубчатая втулка, маслоотбойные кольца, подшипники, дистанционные втулки и другие детали. После демонтажа все детали промываются, промеряются микрометрическим инструментом, определяется степень их износа и возможность повторного применения.

До 2002 года для замены подшипников муфты и зубчатые втулки с валов шестерённой клетки 900 обжимного цеха срезались из-за того что габариты валков не позволяют применить имеющиеся на заводе механизмы для распрессовки посаженных с натягом деталей на подобных узлах. В 2002 году работниками ЦПР был предложен метод демонтажа зубчатой втулки нижнего валка с её сохранением. Для этого был изготовлен упорный диск по диаметру торца втулки толщиной 70 мм. После закрепления его на торце втулки в них были просверлены 8 отверстий  $\varnothing 43$  мм, которые затем на диске были рассверлены, а на втулке нарезана резьба под шпильки М48, изготовленные из ст. 40ХН ( на схеме рис. – а -)





Схемы распрессовки (а) зубчатой втулки, (б) шпindelной муфты.

Между упорным диском и втулкой был установлен домкрат усилием  $Q=100\text{тн}$ , после чего втулка при помощи 4-х газовых горелок нагревалась и демонтировалась с вала. Демонтаж муфт с валков проводился методом гидрораспора при помощи маслостанции высокого давления (до 160 МПа.), разработанной фирмой «ГИДРОДОН» (на схеме рис. – в -).

Так как на сопрягаемых поверхностях вала и втулки задиров после распрессовки не появилось, на них были выполнены необходимые проточки и сверловка под гидрораспор. Таким образом были отремонтированы все 3 комплекта шестерённых валков, имеющих в цехе.

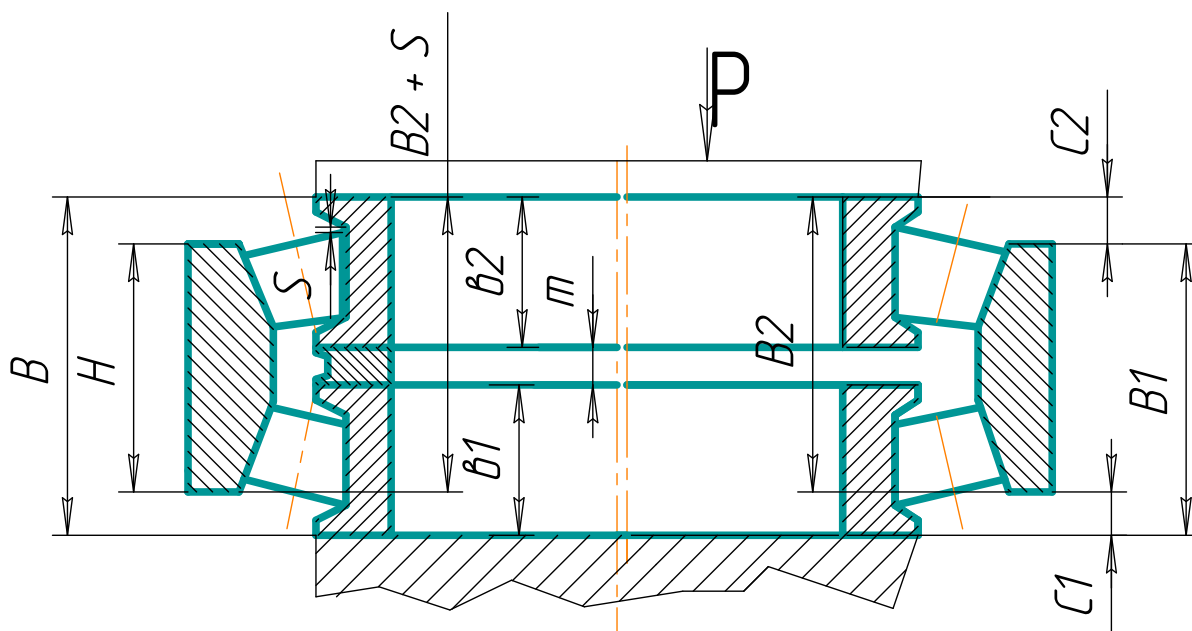
Наиболее часто встречающиеся неисправности шестерённых валков являются повреждения поверхностей сопряжения зубчатого зацепления такие, как вырывы, истирание, выкрашивания, появление заусенцев, а также уменьшение размера посадочных поверхностей валков под подшипники, муфты, зубчатые втулки; износ поверхностей муфт в местах сопряжения с зеркалами. Если повреждения зубьев в условиях ремонтной службы ДМЗ восстановить невозможно, то в практике ремонта валков имело место наплавка изношенных посадочных поверхностей: на валках, как под подшипники, так и под шпindelные муфты и зубчатые втулки, а на муфтах поверхности сопряжения с валками. Наплавка изношенных поверхностей валков (материал – сталь 34 ХНЗМ) возможно проводить на наплавочных станках в условиях цеха производства ремонтов или вальцетокарной мастерской. Перед наплавкой валок необходимо подогреть до  $T=250\div 300\text{ }^{\circ}\text{C}$  с последующим медленным охлаждением после наплавки. Наплавка проводится наплавочной проволокой марки 30 ХГСА под флюсом АН-348 А.

Таким способом были восстановлены посадочные поверхности под подшипники на валках шестерённой клетки 900 стана 950/900 обжимного цеха.

Изношенные поверхности муфт наплавлялись ручной электродуговой сваркой электродами типа Э42 - Э46 с подогревом до  $T = 150 \div 200$  °С с последующим отпуском в нагревательной печи термического участка механического цеха.

Подшипники (тип 971/560) можно снять с сохранением методом плавного подогрева газовой горелкой внутренних колец. После ревизии, проверки дорожек качения, при отсутствии дефектов на телах качения, проверяются размеры посадочных мест внутренних и наружных колец, величина осевой игры (рис. № 2) и сравниваются со справочными. При нормальном состоянии подшипников их можно повторно устанавливать на валки, соблюдая маркировку деталей. Обычно кольца маркируются одной заглавной буквой и двумя цифрами. Например: на внутреннем кольце имеется маркировка - А 11-, такая же должна быть и на наружном кольце с сопрягаемой стороны, на другом внутреннем кольце тогда должна быть маркировка - В 11- и аналогичная с другой стороны наружного кольца. При поступлении новых подшипников маркировка колец должна указываться в паспорте на каждый подшипник, там же указывается толщина дистанционного кольца -*т*-.

Проверку осевой игры в условиях ремонтного участка лучше выполнять на разобранном подшипнике. Для этого промеряются размеры всех колец по ширине: внутренние -  $b_1$ - и -  $b_2$  -, наружное - Н -, затем одно из внутренних колец укладывается на ровную плиту, на него устанавливается наружное кольцо согласно имеющейся маркировки, нагружается небольшим грузом - Р -, чтобы при замерах наружное кольцо было неподвижным и после этого проводятся замер -  $B_1$ . Замеры проводятся по 4-м взаимно перпендикулярным точкам, результаты складываются и сумма делится на - 4 -.



*Схема проверки осевой игры подшипника  
(определение толщины -m- дистанционного кольца).*

*Рис. №2.*

$$B_1 = \frac{B_1^1 + B_1^2 + B_1^3 + B_1^4}{4};$$

После этого аналогично проводится замер –  $B_2$  – по другому кольцу. При этом необходимо следить за установкой наружного кольца согласно маркировки.

Размеры  $B_1$  и  $B_2$  равны:  $B_1 = H + c_1$ ;  $B_2 = H + c_2$ ;

Размер –  $B$  – складывается из размеров –  $c_1$  -, -  $H$  -, -  $S$  - и -  $c_2$  -.

$$B = c_1 + H + S + c_2;$$

Эту же величину можно получить сложив размеры:

$$B = b_1 + m + b_2;$$

Приравнивая эти величины получим:

$$c_1 + H + S + c_2 = b_1 + m + b_2;$$

откуда получим необходимый размер дистанционного кольца:

$$m = c_1 + H + S + c_2 - b_1 - b_2;$$

Заменяя -  $c_1$  - и -  $c_2$  - получим:

$$m = B_1 - H + H + S + B_2 - H - b_1 - b_2 = B_1 + S + B_2 - H - b_1 - b_2;$$

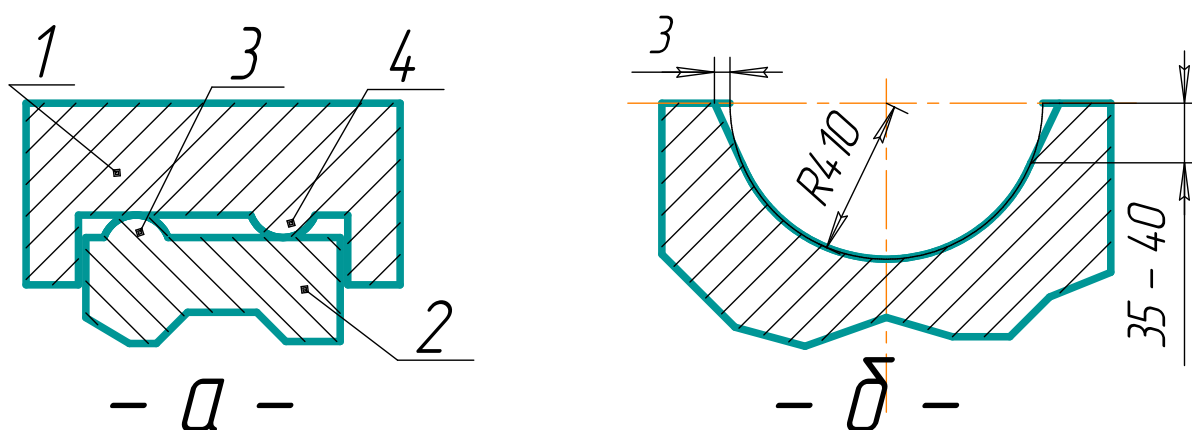
Все размеры для вычисления результата имеются. Величина осевой игры –  $S$  – берётся из справочников по подшипникам качения. Для подшипников типа 971/560 она равна  $0,7 \div 0,9$  мм.

Перед монтажом подшипников промеряются посадочные места на валках, а также габаритные размеры подшипников. На валках эти размеры должны соответствовать чертежным и быть в пределах  $\varnothing 560_{+0,044}^{+0,088}$ , а внутренняя обойма должна быть  $\varnothing 560_{0}^{-0,070}$ , т.е. суммарный натяг должен быть в пределах от 0,044 до 0,158 мм. Монтаж подшипников выполняется после их подогрева в масляной ванне до  $t = 80 \div 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## СБОРКА ШЕСТЕРЁННОЙ КЛЕТИ

Перед сборкой клетки сопрягаемые поверхности станины и подушек проверяются на отсутствие забоин, которые могут привести при сборке к неплотному прилеганию поверхностей, появлению при эксплуатации увеличенных зазоров (**Рис. 2**) и, вследствие этого, ускоренному износу деталей. Если во время ремонта монтируются новые подушки, то на сопрягаемых с подшипниками поверхностях необходимо выполнить, так называемую, “развалку”, как показано на **Рис. 3**.

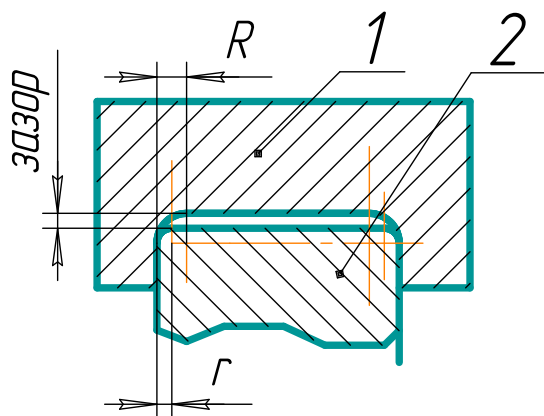
Практика ремонтов показывает, что иногда неплотное прилегание поверхностей нижней подушки со станиной, а верхней с крышкой станины может появляться из-за того, что радиусы закруглений на подушках выполнены несколько большими, чем на станине (**Рис. 4**). В таком случае это устраняется увеличением радиусов на станине и крышке или подгонкой их на подушках при помощи воздушной шлифовальной машинки с закреплённым на ней отрезным кругом или “Болгаркой”.



1. Подушка. 2. Корпус станины.

3. Забoина на станине. 4. Забoина на подушке.

Рис. № 3.



1. Подушка.

2. Корпус станины.

Рис. № 4

Для того чтобы убедиться в плотности прилегания нижней и верхней подушек к станине и крышке соответственно, используется метод проверки по краске. Краска в условиях ремонтного участка готовится из сажи с примесью чистого масла марки И-20 или ему подобного. Смесь готовится до густоты творожной массы, затем краска при помощи тампона наносится очень тонким слоем, как при шабровке подшипников скольжения, на сопрягаемую с нижней подушкой поверхностью станины, монтируется подушка и несколько раз проворачивается в посадочном месте на 45-60 °С в каждую сторону. После этого подушка снимается и проверяются отпечатки краски на ней.

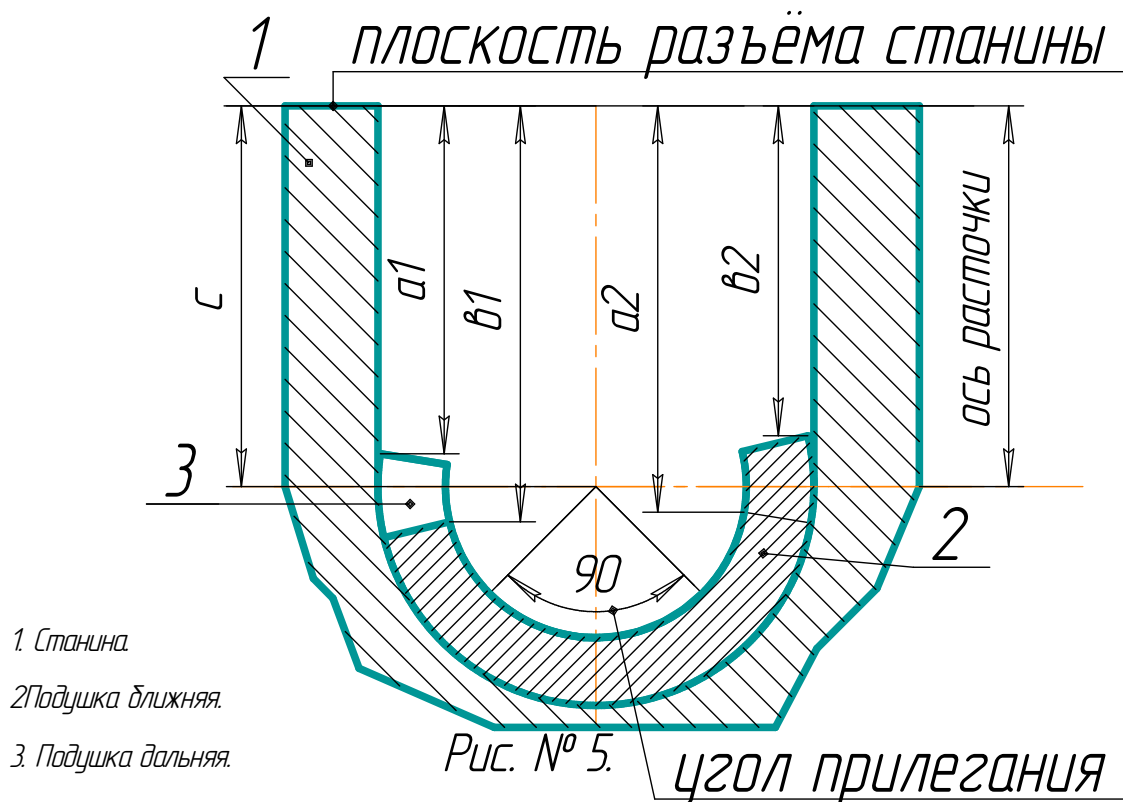
Прилегание считается удовлетворительным, если подушка прилегает по всей ширине с углом контакта по станине не менее 90 °С (Рис. 5).

После монтажа нижних подушек и шестерённого вала необходимо проверить правильность выставки подушек в станине, чтобы не было перекоса плоскостей разъемов подушек, как относительно друг друга, так и относительно разъёма станины (Рис. 5).

Проверка производится путём замера расстояния от плоскостей разъёма подушек до плоскости разъёма станины. Размеры  $a_1$ ;  $b_1$ ;  $a_2$ ;  $b_2$  должны быть равны размеру  $-C-$  (размер центра расточки станины до плоскости разъёма её с крышкой). Если это условие не будет выполнено, то между нижней и средней подушками после сборки будет зазор, что в шестерённых клетях не допустимо, так как это приведёт к увеличению зазора между подушкой и подшипником, а в процессе эксплуатации к ускоренному износу их узлов. Вариант неправильной сборки на Рис. 6.

Наиболее точная выставка подушек одна относительно другой выполняется при помощи проверочной линейки и брускового или рамного уровня с точностью измерений от 0,1 до 0,05 мм на метр длины. Проверочная линейка устанавливается на плоскости разъёма нижних подушек сначала с одной стороны клетки, а затем с другой. Отклонения от горизонтальности, если таковые имеют место, в обоих случаях должны быть одинаковыми. Если шестерённый валок не даёт возможности

установить линейку на подушки из-за своих размеров, то между подушками и линейкой устанавливаются мерные шлифованные прокладки одинаковой высоты (Рис. 6а).



Для выравнивания плоскостей разъёма подушек одна сторона вала немного приподнимается краном, чтобы уменьшить нагрузку на подушку и, постукиванием небольшой медной кувалдой или через медную наставку обыкновенной, добиваются выравнивания подушек по уровню с контролем размеров от плоскости разъёма станины до плоскости подушек (т.е. размеры: - а -, - в -, - с -)

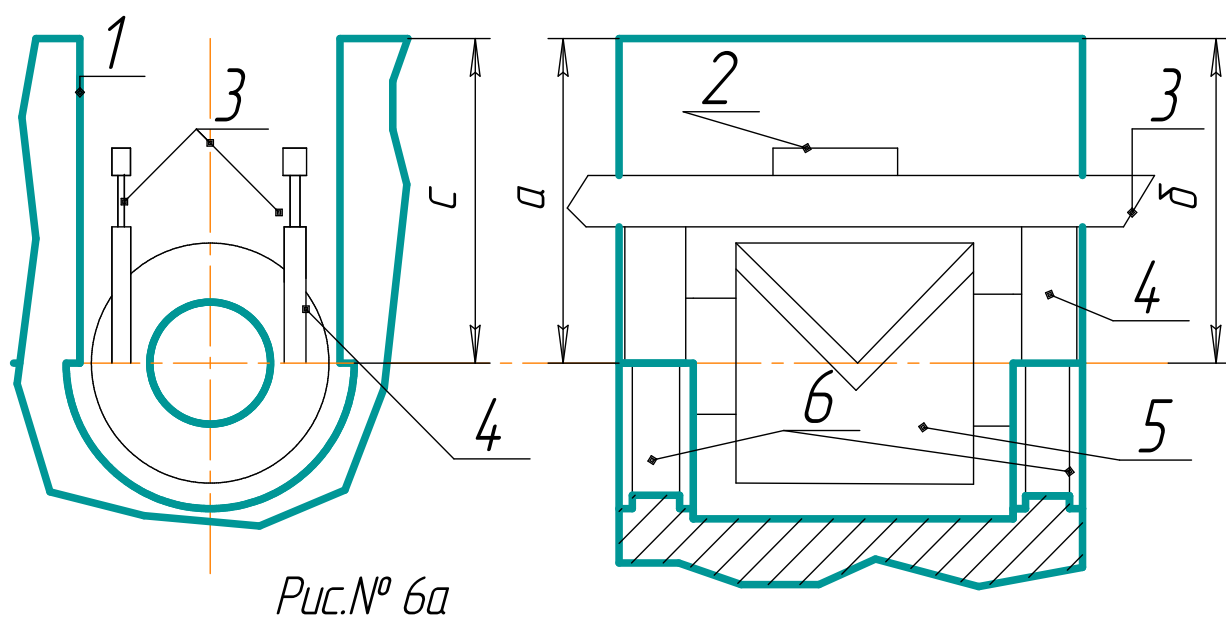
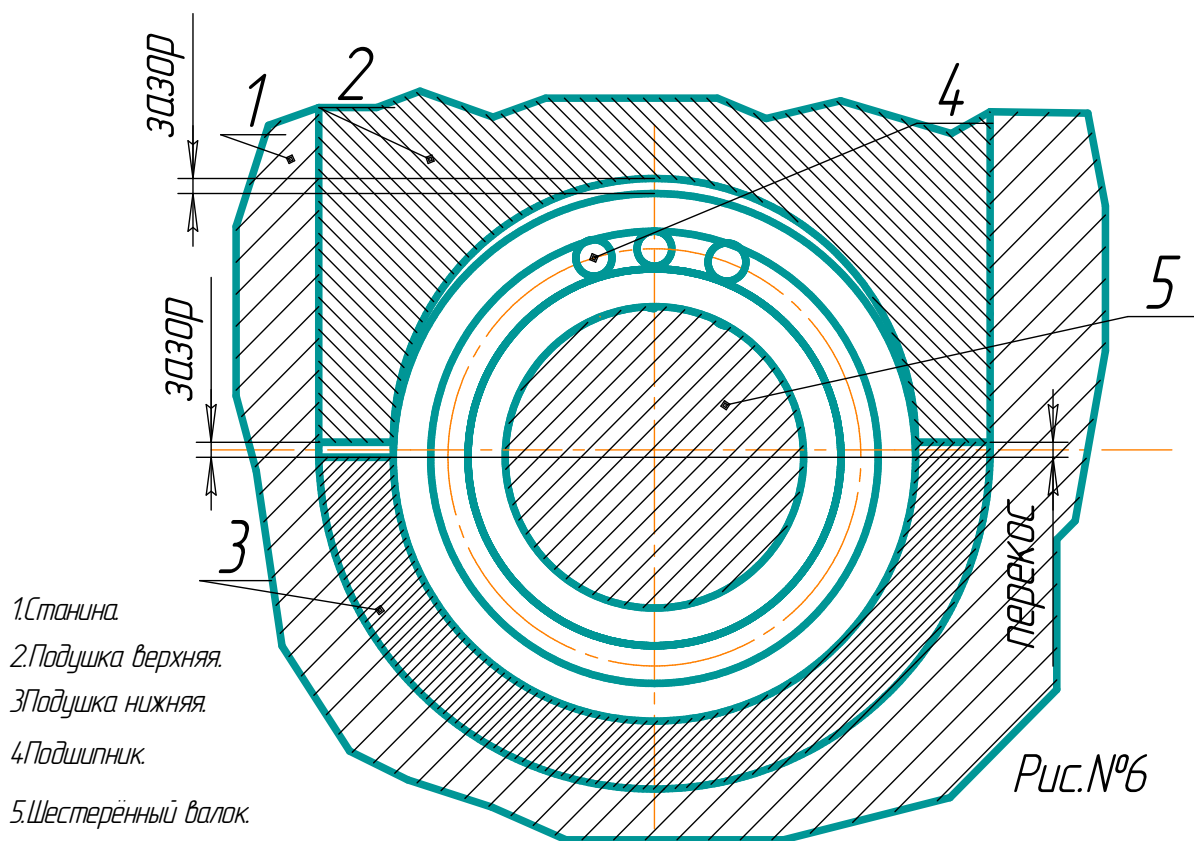
Точное выполнение этого этапа выставки нижних подушек и шестерённого вала позволит ускоренно и качественно произвести полную сборку шестерённой клетки.

После монтажа подушек и валков необходимо проверить плотность сопряжения плоскостей всех подушек по разъёмам между собой.

Плотность сопряжения плоскостей разъёма подушек проверяется щупом. Щуп толщиной 0,05 мм по разъёмам подушек заходить не должен. Аналогично проверяются зазоры между подшипниками и подушками. В нижней части сопряжения подшипника с подушкой щуп толщиной 0,05 мм входить не должен, а в верхней толщина щупа не должна превышать допустимый проектный зазор на изготовление подушки и посадку подшипника.

После монтажа всех подушек и валков необходимо проверить плотность прилегания крышки к верхним подушкам, а также к станине. Прилегание измеря-

ют при помощи свинцовых выжимок ( **Рис. 7** ), которые готовятся из свинцовой проволоки  $\varnothing 1,0-1,5$  мм. или из свитых в пружинки, узких, шириной до 5,0 мм полосок толщиной 0,5 – 1,0 мм. и длиной до 30 мм.



1. Станина; 2. Брусковый уровень; 3. Проверочная линейка; 4. Мерные подкладки; 5. Шестерённый валок;  
6. Нижние подушки.

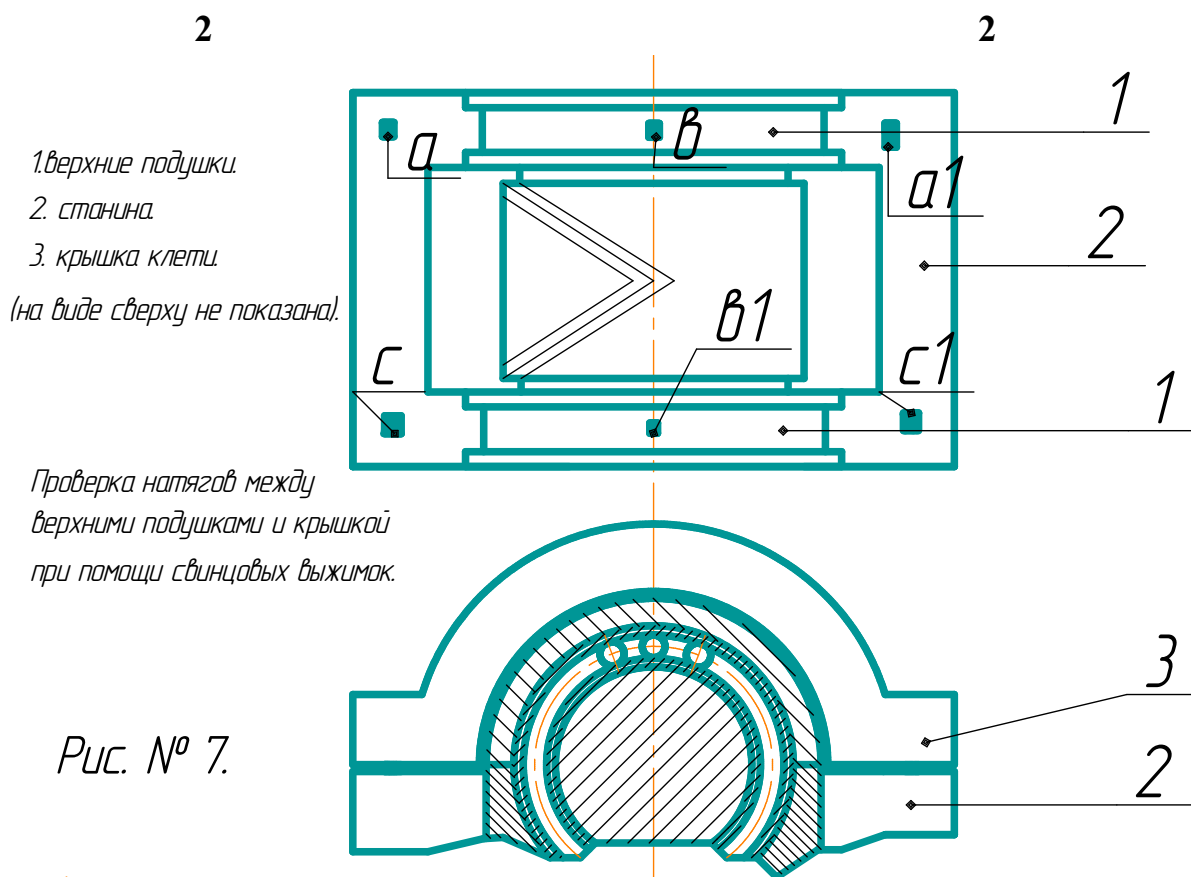


Выжимки укладываются на верхние подушки в местах сопряжения с верхней крышкой, при этом необходимо следить, чтобы они не попали в зону смазочных отверстий в крышке, если таковые имеются. Такие же выжимки укладываются в 4-х точках на станину, затем производится монтаж крышки и её утяжка с некоторым усилием, после чего крышка демонтируется и производятся замеры полученных выжимок. Для того чтобы выжимки легко снимались, они укладываются на слой любой чистой густой смазки небольшой толщины.

Для нормальной работы клетки по замеряемым сопряжениям должны быть натяги.

При наличии натягов должны соблюдаться равенства:

$$A = \frac{a + a_1}{2} - b; \quad - \text{ больше нуля ;} \quad C = \frac{c + c_1}{2} - b; \quad - \text{ больше нуля.}$$



Если натяг отсутствует т. е.  $A$  и  $C$  равны нулю, меньше нуля или их величины незначительны, то между верхними подушками и крышкой укладываются металлические пластины. Как показала практика при ремонтах шестерённых клеток таких, как клеть 900 в

обжимном цехе, клеть “ ТРИО “ ст. 2300 в листопрокатном цехе, вполне достаточный натяг от 1,5 до 2,0 мм.

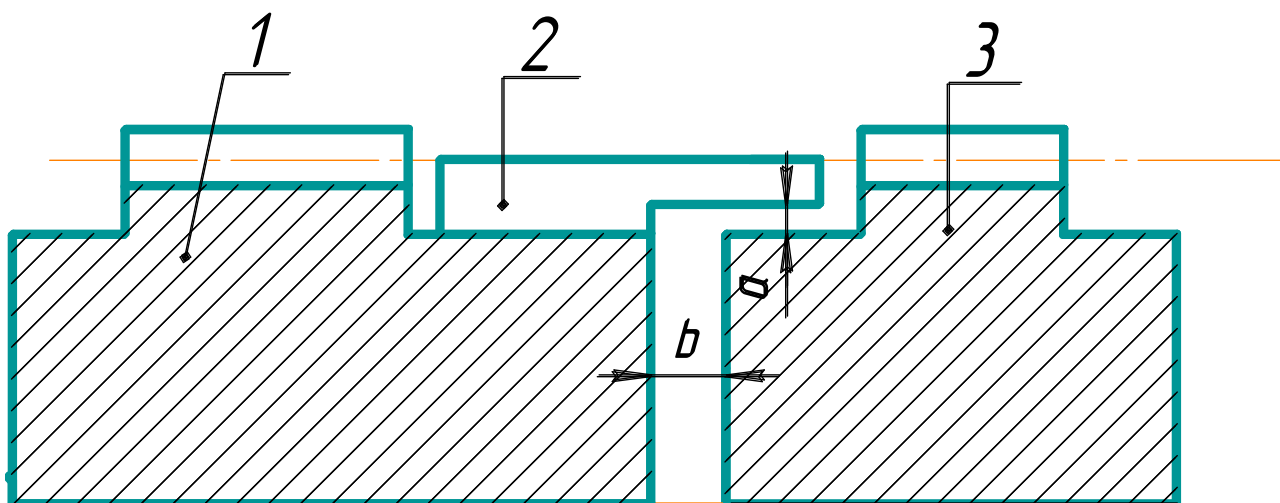
Перед монтажом верхней крышки по разъёму станины укладывается герметик или от 2-х до 3-х ниток расплетённого асбестового шнура. Нитки скручиваются спиралью или заплетаются в косичку. После монтажа крышки шпильки и все крепёжные болты между станиной и крышкой утягиваются с соответствующими усилиями.

Перед монтажом боковых крышек на подушках устанавливаются и крепятся угольники, трубки для подключения жидкой смазки, маслоудерживающие щитки, полукольца, фиксирующие подшипники среднего вала. Места установки и систему крепления этих деталей необходимо сверять с чертежами. Болты крепления полуколец должны иметь отверстия под проволоку  $\varnothing 1,5—2,0$  мм для фиксации их от самоотвинчивания. Между боковыми крышками и станиной в имеющиеся выемки укладывается резиновый жгут, чтобы исключить протечки масла в этих соединениях в процессе эксплуатации. При монтаже боковых крышек необходимо обязательно проконтролировать соответствие установки на шестерённых валах маслоотбойных колец, отсутствие на них загибов, вмятин. Кольца должны входить в выточки на боковых крышках таким образом, чтобы исключить трение колец о крышки при вращении вала.

После сборки и крепления всех узлов клетки, центровки её по приводу и рабочей клетки, утяжки анкерных болтов, подсоединения системы жидкой смазки клеть готова к работе.

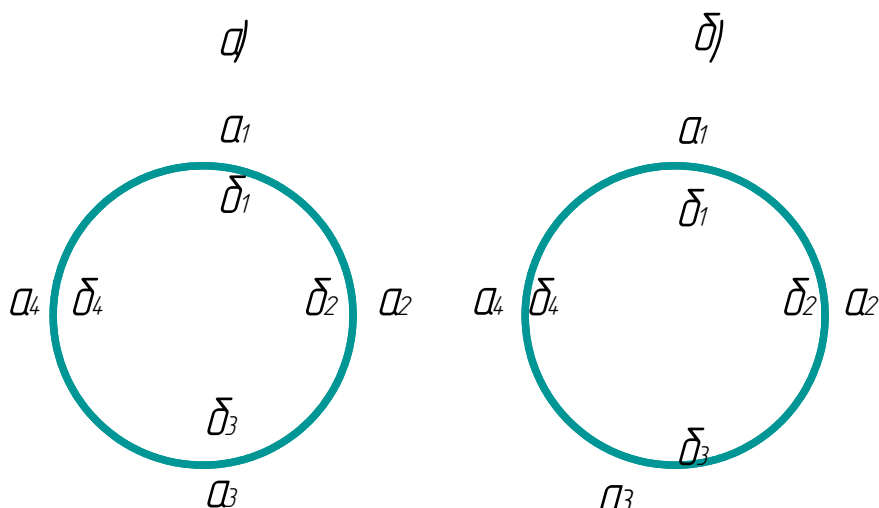
### **Центровка шестерённой клетки с приводом по полумуфтам.**

Для центровки на одной из зубчатых втулок соединения, желательно на втулке вала привода, крепится центровочная скоба **рис. 8**. Радиальные зазоры измеряют щупом между скобой и внешней окружностью полумуфты, осевые зазоры измеряют по торцам полумуфт. Если расстояние между ними большое, то применяются дополнительные калибровочные пластины или другой мерительный инструмент, обеспечивающий точность замеров до 0,1 мм.



*Рис. №8 Центровка по зубчатым втулкам по скоде*

*1. Втулка на валу привода. 2. Скода. 3. Втулка на шестерённом валке..*



*Рис. 9. Запись результатов измерений при центровке по муфтам при одной скоде.*

Измерение зазоров, как торцевых, так и радиальных проводится при одновременной установке втулок в четырёх положениях ( $0^0$ ,  $90^0$ ,  $180^0$ , и  $270^0$ ). При измерениях щуп или другой мерительный инструмент необходимо заводить с небольшим усилием. Результаты измерений записываются, как показано на **рис. 9а** или **9б**, где  $a_1, a_2, a_3, a_4$  – радиальные, а  $b_1, b_2, b_3, b_4$ , соответственно осевые зазоры при углах поворота валов на  $0^0, 90^0, 180^0, 270^0$ . Такой порядок записи принимается условно, если смотреть на клеть со стороны привода. Критерием правильности замеров является соблюдение следующих равенств:

$$a_1 + a_3 = a_2 + a_4; \quad b_1 + b_3 = b_2 + b_4;$$

т. е. сумма радиальных, а также осевых зазоров, замеренных по двум взаимно перпендикулярным диаметрам должна быть одинакова. Кроме того, для контроля правильности измерений следует после четырёх пар измерений вновь установить валы в первоначальное положение ( $0^0$ ). Измерения в этом положении должны совпасть с первоначальными в этой точке.

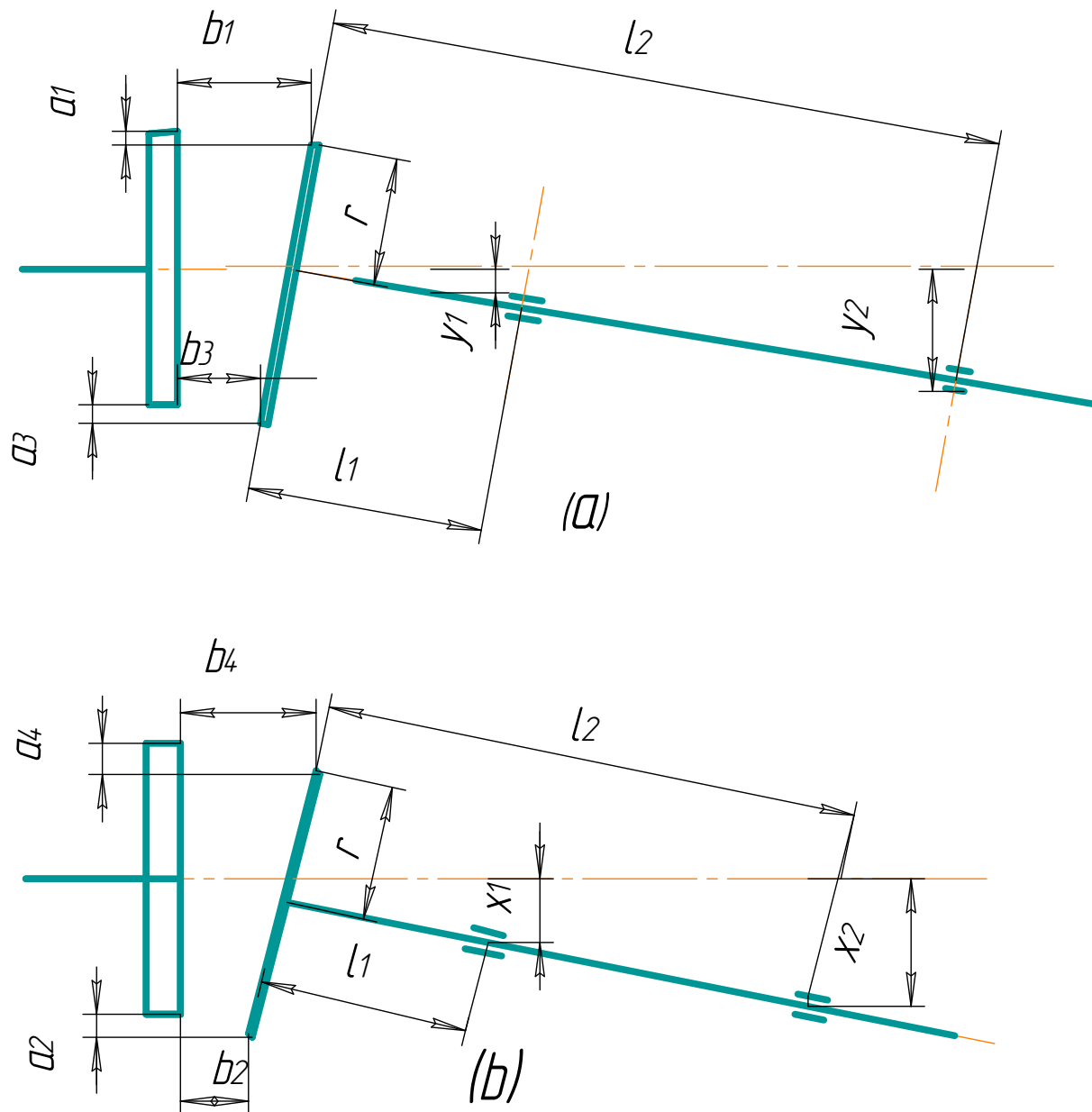


Рис. 10. Расчёт прокладок под клеть.

Если не представляется возможным произвести замеры при нижнем положении скобы (зазоры  $a_3$  и  $b_3$ ), то выполняют измерения при трёх положениях скобы, а недостающее заменяют расчётом:  $a_3 = (a_2 + a_4) - a_1$ ;  $b_3 = (b_2 + b_4) - b_1$ .

Необходимые перемещения шестерённой клетки (расчёт прокладок) производится на основании измерений осевых и радиальных зазоров по формулам:

$$y_1 = (a_1 - a_3) / 2 + [(b_1 - b_3)/2] \times l_1 / r;$$

$$y_2 = (a_1 - a_3) / 2 + [(b_1 - b_3)/2] \times l_2 / r;$$

$$x_1 = (a_2 - a_4) / 2 + [(b_2 - b_4)/2] \times l_1 / r;$$

$$x_2 = (a_2 - a_4) / 2 + [(b_2 - b_4)/2] \times l_2 / r;$$

где  $x_1$  и  $y_1$  - горизонтальное и вертикальное перемещение подшипника, ближнего к муфте;  $x_2$  и  $y_2$  - горизонтальные перемещения второго подшипника (рис.11).

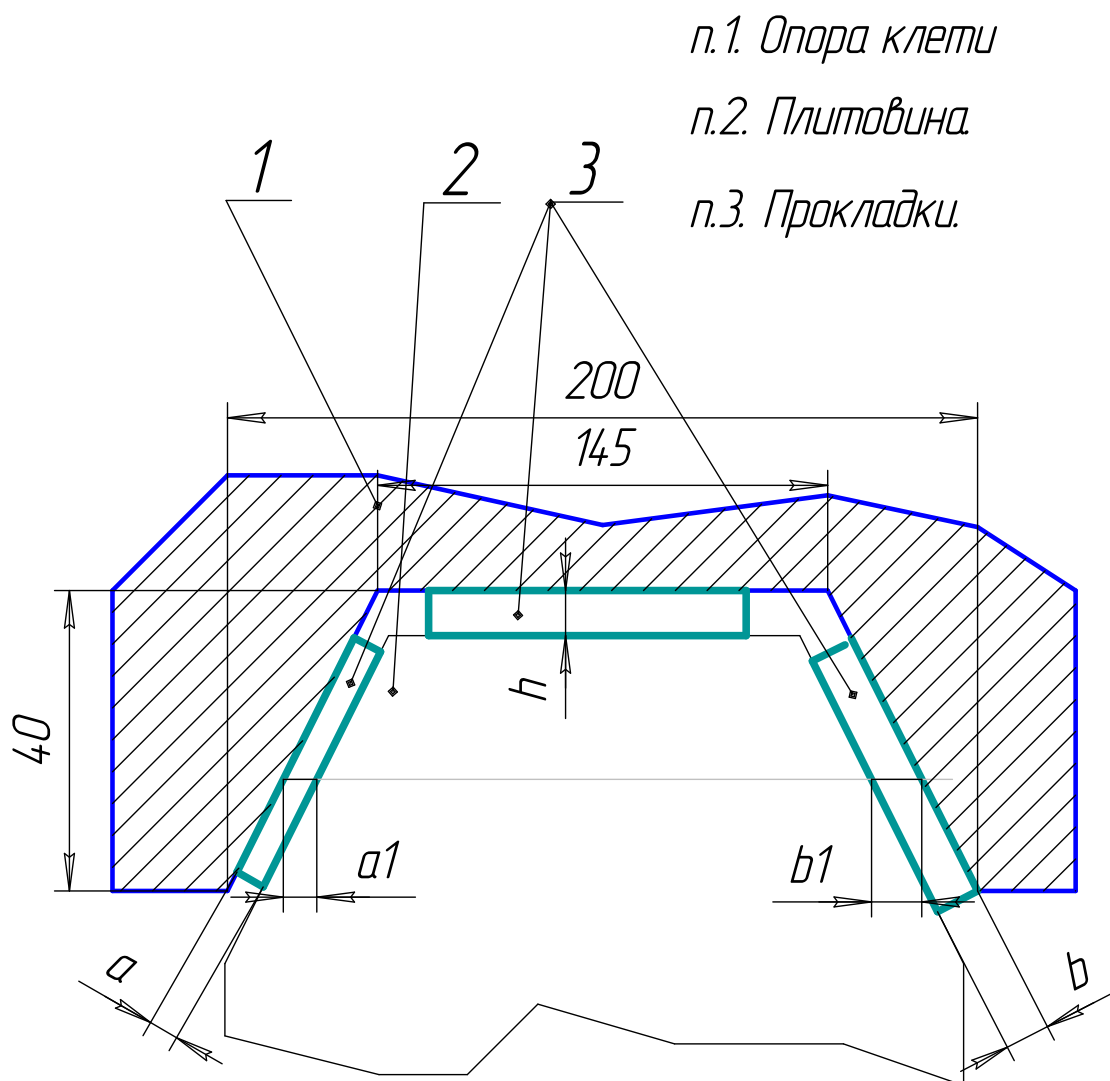
Положительные значения величин  $x_1$  и  $x_2$  соответствуют перемещению вправо, а отрицательные - влево; положительные значения величин  $y_1$  и  $y_2$  соответствуют перемещению вверх, а отрицательные - вниз. Все указанные направления перемещений справедливы только в том случае, если при измерениях и при записи их результатов соблюдены следующие положения:

а) расположение буквенных обозначений на схеме (**рис.9**) соответствует торцу полумуфты, расположенной на шестерённой клети (если смотреть на этот торец со стороны привода);

б) охватывающая скоба установлена на полумуфте привода;

в) независимо от направления поворота валов в процессе центровки отсчёты  $a_1$  и  $b_1$  находятся сверху, а  $b_2$  - справа.

В формулах **1÷4**:  $l_1$  - расстояние от торца муфты до середины ближнего к муфте подшипника;  $l_2$  - расстояние от торца муфты до середины дальнего подшипника;  $r$  - радиус от центра муфты до поверхности измерений (рис. 10).



**Рис. 11 Схема крепления шестерённой клетки на призматических опорах.**

В связи с тем, что плитовины бывают с призматическими опорами, в первую очередь необходимо выставить клеть в вертикальной плоскости, а затем определять толщину прокладок по наклонным плоскостям. После определения необходимой толщины прокладок и их установки, клеть крепится к плитовине.

Схема определения толщины прокладок на призматических опорах.

На схеме размеры –  $a_1$  и  $b_1$  – это значения возможных горизонтальных перемещений клетки при центровке. В практике работ по центровке шестерённых клеток, установленных на призматических опорах, после выставки клетки при помощи домкратов в горизонтальной плоскости толщина прокладок определяется путём замера нутромером величин –  $a$  – и –  $b$  –, затем по этим размерам шлифуются прокладки и крепится клеть. Для предотвращения сдвига или выпадения прокладок, особенно установленных на наклонных плоскостях все прокладки свариваются между собой полосами.

После ремонта шестерённая клеть обязательно прокручивается в холостом режиме ( без шпинделей) в течение 2÷3 часов. При этом замеряются параметры

вибрации, виброскорости, виброускорения для того, чтобы в процессе эксплуатации можно было вести сравнительный анализ работы клетки.

### **Меры безопасности при монтаже, ремонте и сборке шестерённых клеток.**

1. К работе по монтажу, ремонту и сборке шестерённых клеток допускаются лица прошедшие обучение по специальности слесаря по ремонту металлургического оборудования, изучившие **«Инструкцию № 14 по охране труда для слесарей завода»**, **«Инструкцию № 17 для подкрановых рабочих по безопасному обслуживанию грузоподъёмных кранов»**, **«Инструкцию № 2-а о мерах пожарной безопасности при проведении огневых работ на территории и производственных участках цехов завода»** и сдавшие экзамен на знание их положений.

2. При проведении работ по монтажу, ремонту и сборке шестерённых клеток в зоне работ не должно быть людей, не занятых непосредственно их выполнением. Все работы по монтажу и ремонту шестерённых клеток необходимо проводить согласно проекта организации работ.

3. После разборки клетки на узлы и детали их необходимо складировать на отдельной площадке на имеющиеся стенды или другие приспособления для крышки, шестерённых валков, подушек и т.д., исключающие возможность самопроизвольной кантовки, скатывания или опрокидывания.

4. При мытье деталей и последующей протирке ветошью не пользоваться открытым огнём и не курить. Места пролива масла, керосина при производстве ремонтных работ присыпать опилками и, как и промасленную и прокеросиненную ветошь складировать в специально выделенные для этого ёмкости.

5. Зацепку валков, деталей клетки необходимо производить стропами соответствующей грузоподъёмности согласно ПОР и схем строповки, указанных в **«Инструкции № 17 для подкрановых рабочих по безопасному обслуживанию грузоподъёмных кранов»**. Зацепка подушек производится за специальные рымболты, закручиваемые с двух сторон.

6. При подогреве подшипников и других деталей перед монтажом, необходимо следить за тем, чтобы пламя не превышало половины высоты ванны. Детали опускать в ванну и вынимать плавно, чтобы исключить при этом расплёскивание масла. Работать необходимо в рукавицах и защитной маске на лице во избежание попадания горячего масла на открытые участки тела. Зацепка подшипников и других, нагреваемых в масле деталей должна быть надёжной, после выемки их из ванны необходимо дать стечь маслу, чтобы оно не разбрызгивалось при транспортировке к месту монтажа.

7. При демонтаже зубчатой втулки при помощи домкратов необходимо пользоваться наставками без выпуклостей и наплывов и они должны устанавливаться

перпендикулярно к оси распрессовки. В зоне производства этих работ не должно быть людей не занятых их выполнением.

8. Выполнение наплавочных работ ручной дуговой электросваркой производить на специально отведенных для этого местах, а если это не возможно, то места производства этих работ необходимо оградить специальными щитами или другими приспособлениями, исключающими поражение излучениями электросварки работающих рядом работников.

9. При выполнении работ воздушной шлифмашинкой перед началом работы необходимо продуть шланг, подключение выполнить после установки необходимых прокладок, установки защитного кожуха и проверить исправность машинки пробным включением. «Болгарка» должна быть надёжно заземлена. Работы выполнять в защитных очках или в маске и в респираторе. При работе нужно следить за тем, чтобы искры от машинки или «Болгарки» не летели в сторону проходов, а также работающих рядом людей.

### **Список литературы:**

А.С. Никифоров. «Монтаж и наладка механического оборудования прокатных станов». «Металлургия» 1975 г.

А.А. Королёв. «Механическое оборудование прокатных цехов чёрной и цветной металлургии». «Металлургия», 1976 г.

В.Я. Седуш. «Надёжность, ремонт и монтаж металлургических машин». Киев УМК ВО 1992 г.

В.А. Сидоров, В.М. Кравченко, В.Я. Седуш, Е.В. Ошовская «Техническая диагностика механического оборудования». Донецк «Новый мир» 2003 г.

Л.Я. Перель. - Справочник «Подшипники качения» М. «Машиностроение» 1983 г.

-«Общий каталог подшипников качения, SKF»

Ю.Е. Кирилюк - Справочник «Допуски и посадки». Киев «Высшая школа» 1989 г.

-Положения заводских инструкций по технике безопасности:

- «№ 14 по охране труда для слесарей завода».

- « № 17 для подкрановых рабочих по безопасному обслуживанию грузоподъёмных кранов»

- «№ 2-а «О мерах пожарной безопасности при проведении огневых работ на территории и производственных участках завода».