



Механизмы рабочей клетки

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Прокатная клетка - это устройство, являющееся рабочим органом главной линии и служащее для деформирования металла.

Прокатная клетка состоит из станины, в которой установлены валки с подшипниками, нажимное и уравнивающее устройства, проводковая арматура и ряд других вспомогательных устройств и оснастки.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

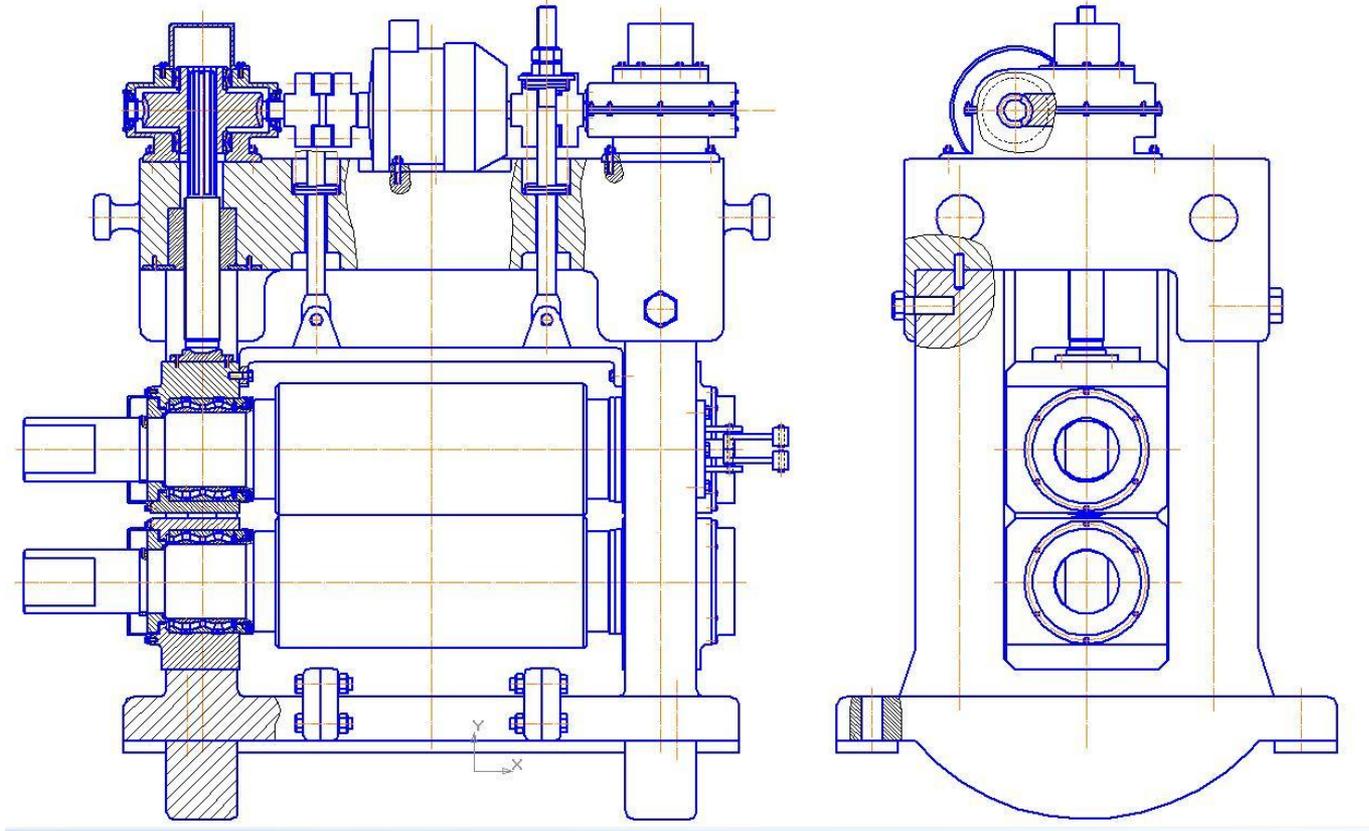
Прокатная клеть - это устройство, являющееся рабочим органом главной линии и служащее для деформирования металла.

Прокатная клеть состоит из станины, в которой установлены валки с подшипниками, станинные ролики, нажимное и уравнивающее устройства, проводковая арматура и ряд других вспомогательных устройств и оснастки.

Прокатная клеть === Рабочая клеть

Механическое оборудование прокатных станов

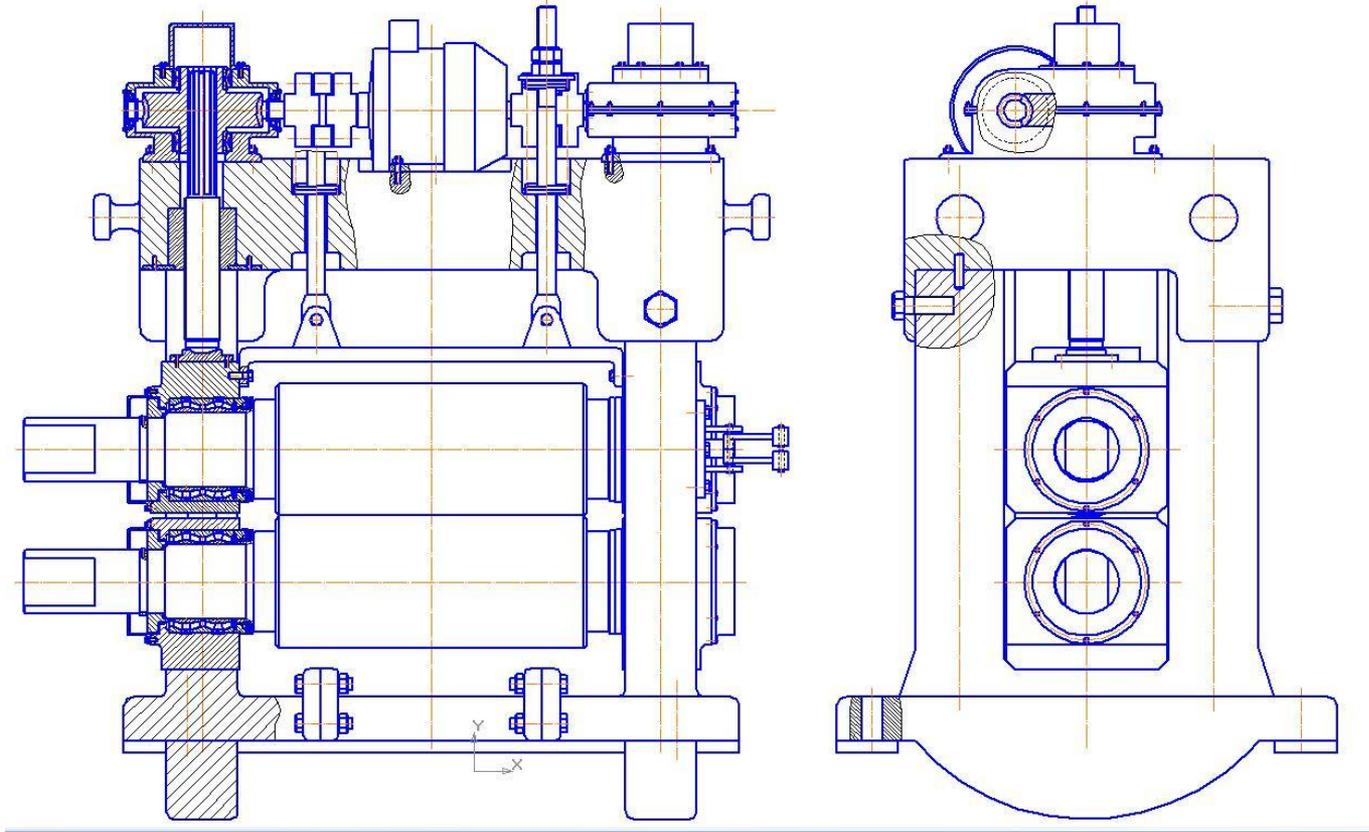
Механизмы рабочей клетки



1. Узлы валков, включающие валки, подшипники валков, подушки (корпуса подшипников в сборе).

Механическое оборудование прокатных станов

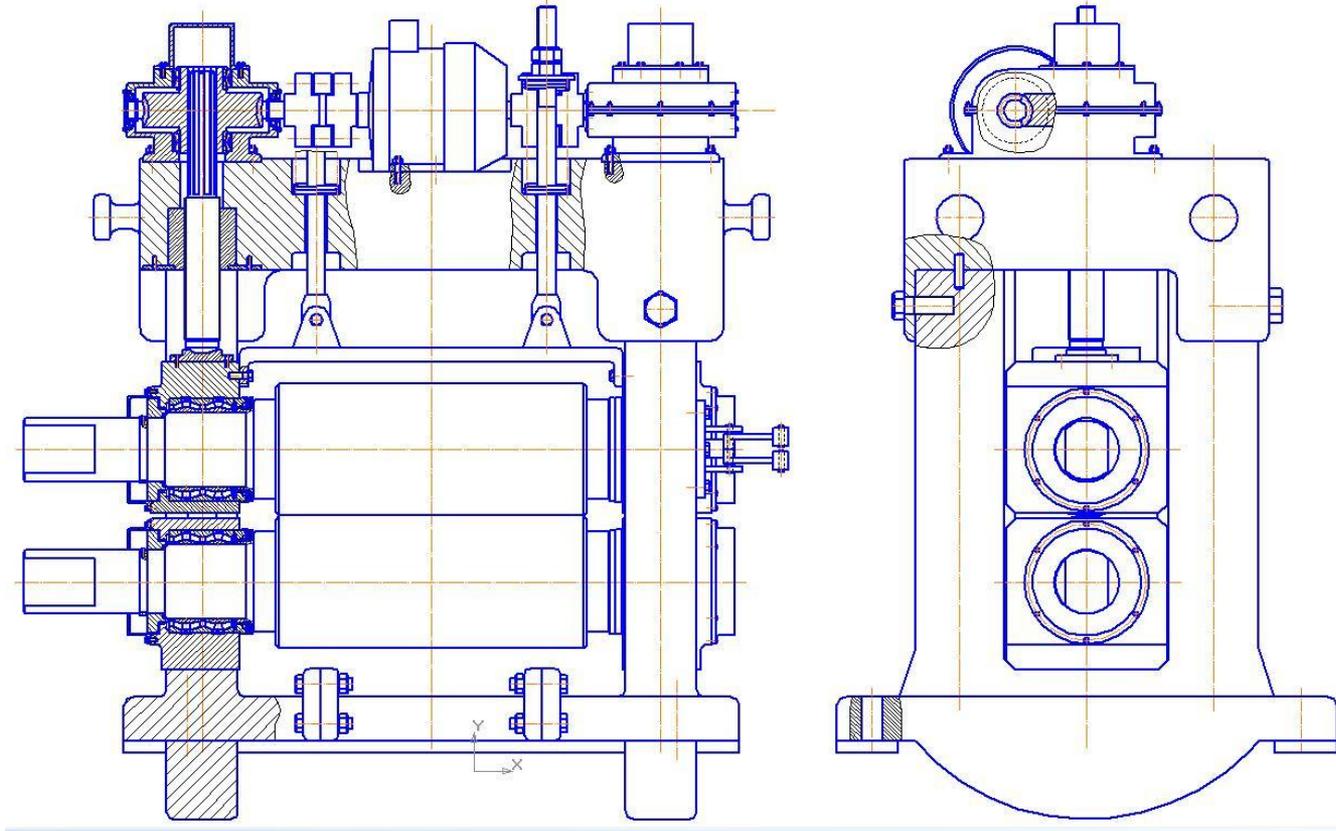
Механизмы рабочей клетки



2. Узел клетки, состоящий из двух станин и соединяющих их траверс или шпилек. Станины – это массивные рамы, воспринимающие все усилия, возникающие при прокатке, в проемах которых устанавливаются подушки валков.

Механическое оборудование прокатных станов

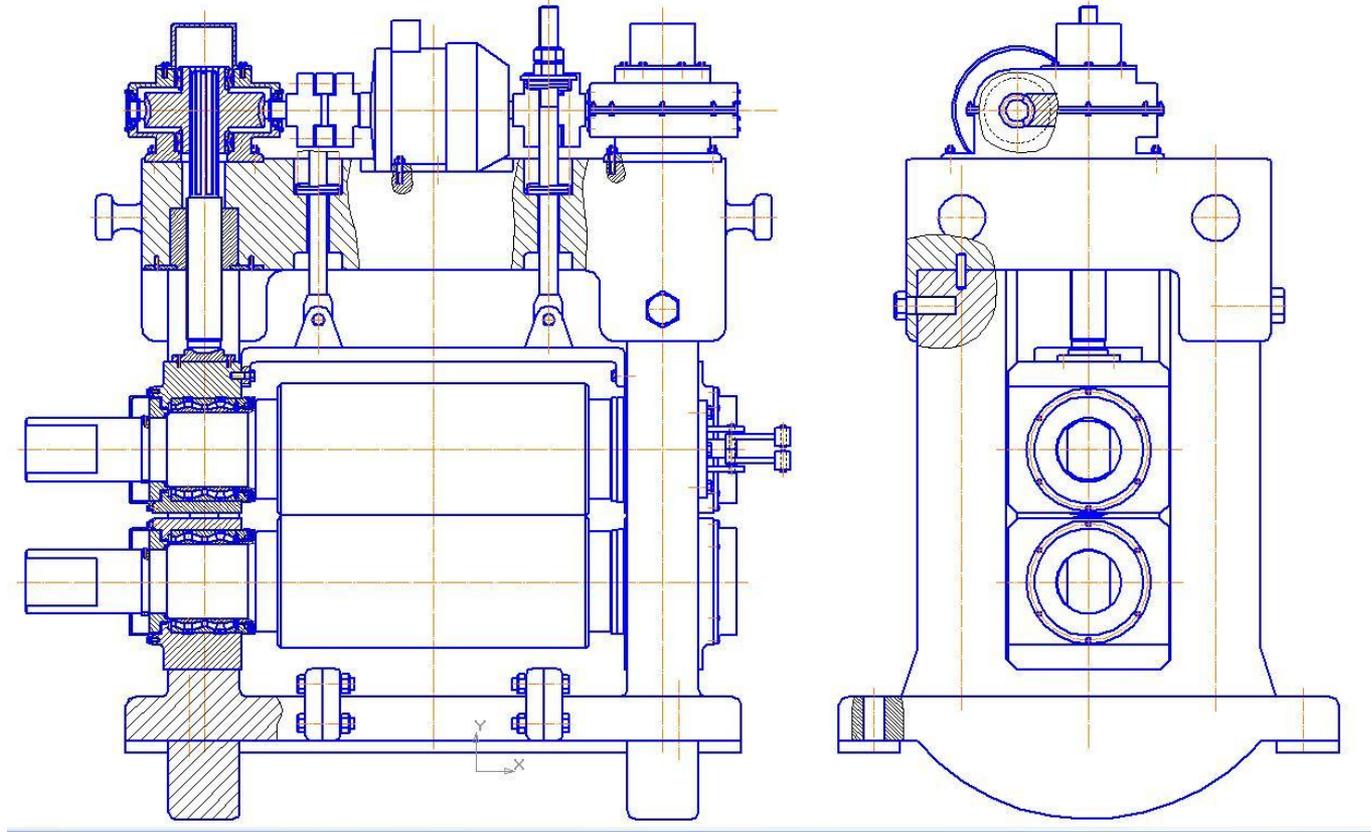
Механизмы рабочей клетки



3. Нажимной механизм и уравнивающее устройство, которые выполняют одну и ту же функцию изменения раствора валков в паузах между проходами и поддержание его постоянства – во время проходов. Иногда (для контроля над геометрией металла в процессе прокатки) нажимные механизмы изменяют раствор валков и во время прокатки.

Механическое оборудование прокатных станов

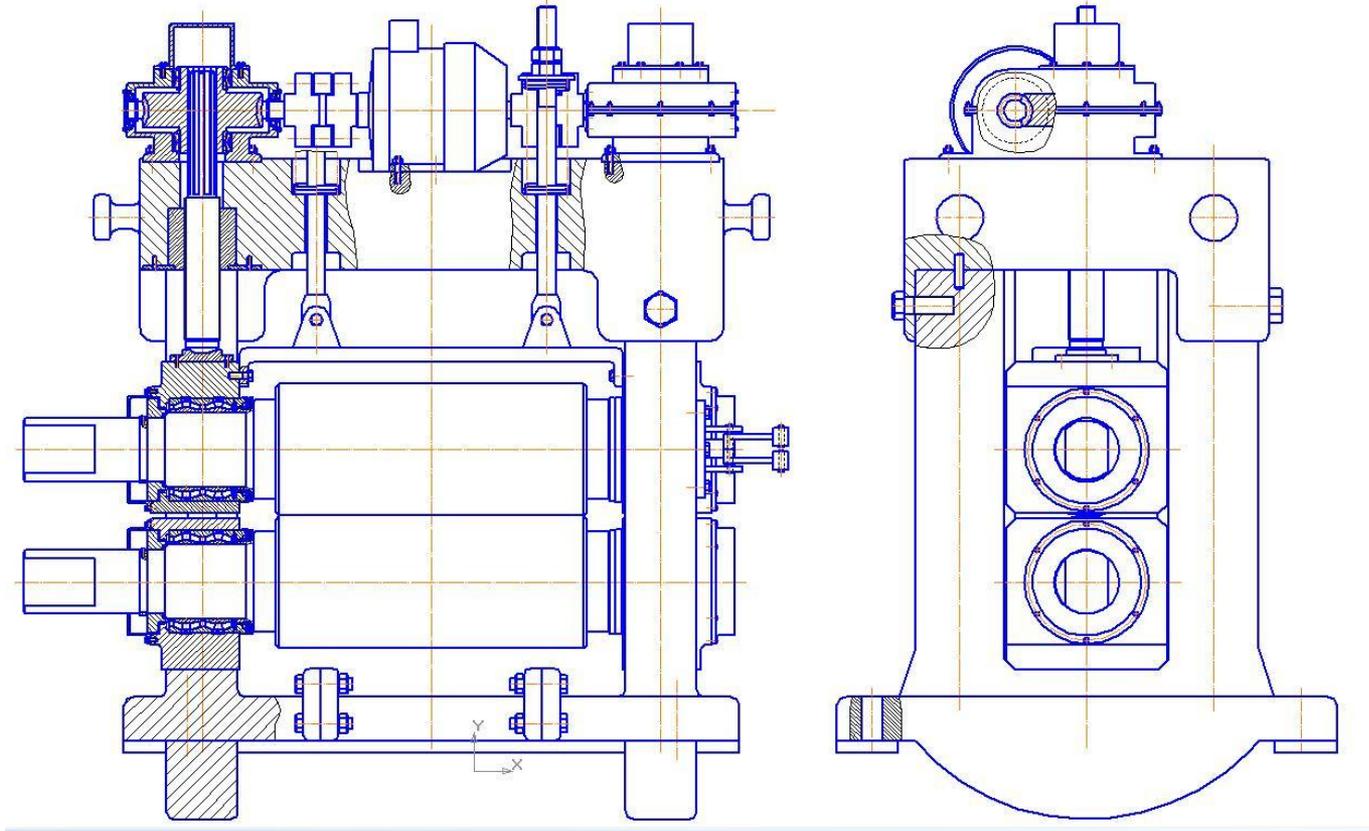
Механизмы рабочей клетки



4. Механизм осевой регулировки и фиксации, который обеспечивает требуемую установку калибров валков в горизонтальной плоскости относительно друг друга и станин и удержание их в этом положении при прокатке.

Механическое оборудование прокатных станов

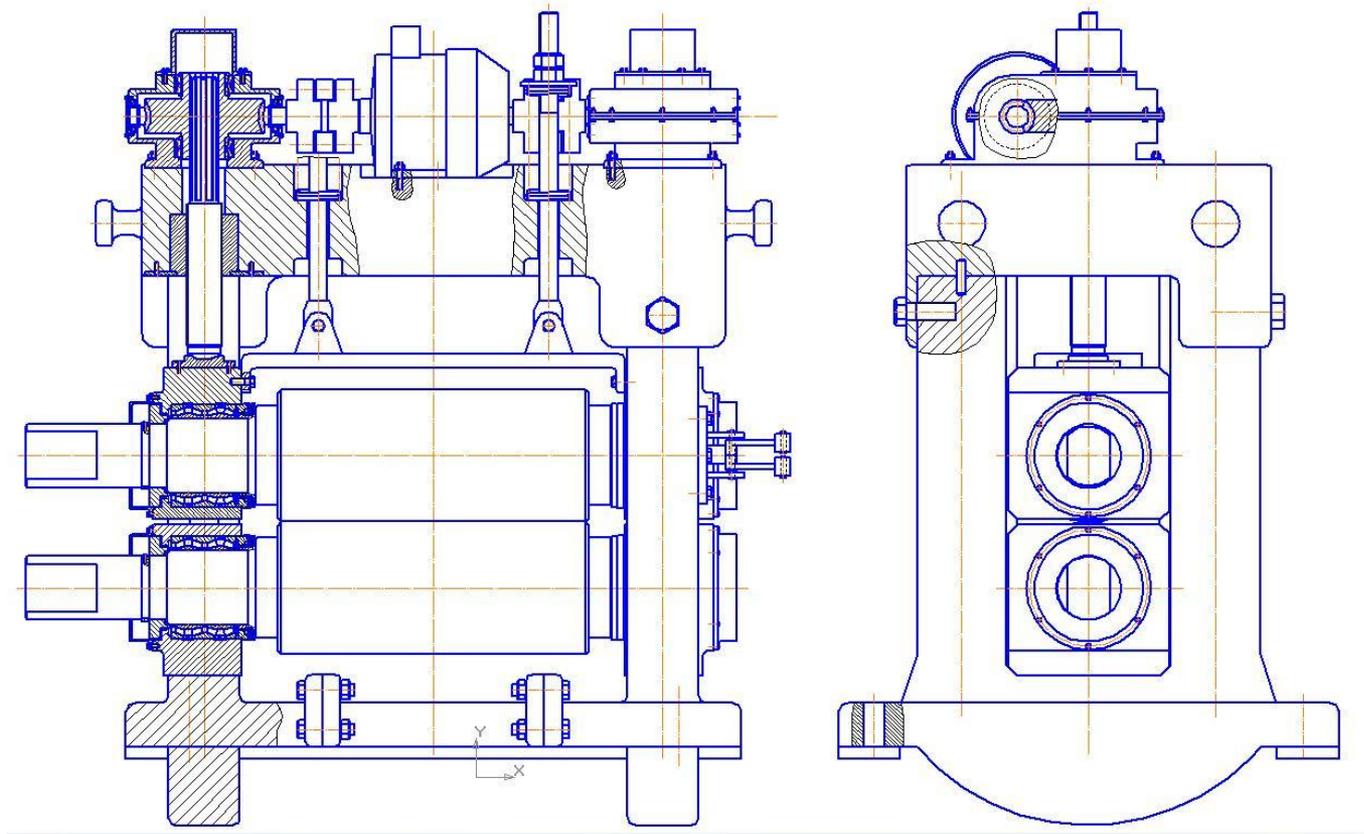
Механизмы рабочей клетки



5. Привалковая арматура: линейки, проводки, проводковые брусья, ножи – для придания раскату требуемого положения при входе и выходе из валков.

Механическое оборудование прокатных станов

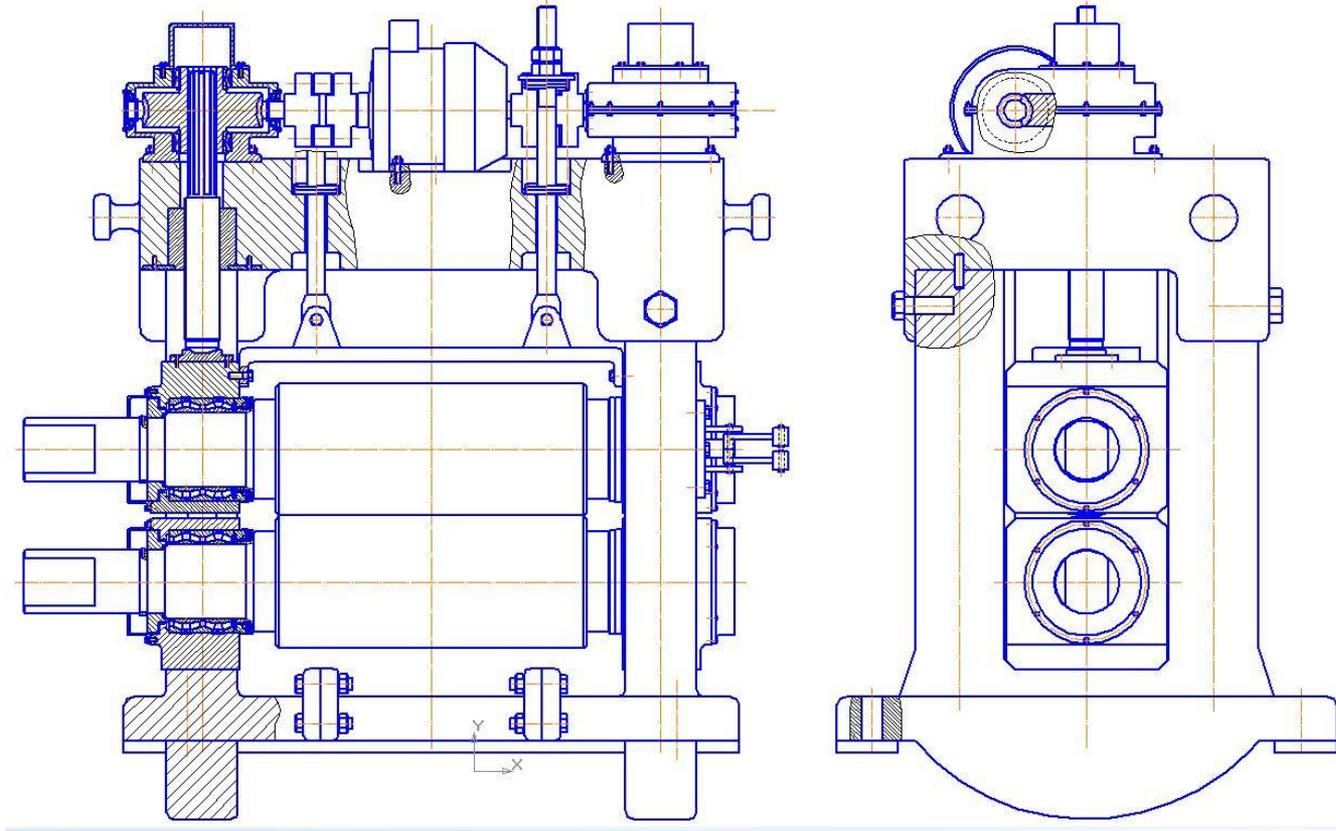
Механизмы рабочей клетки



6. Плитовины – массивные линьки, на которые устанавливается клеть с целью уменьшения удельной нагрузки на фундамент.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки



Кроме вышеперечисленных основных деталей и узлов, рабочие клетки оснащаются различными вспомогательными устройствами:

1. Системой охлаждения валков или подачи технологической смазки;
2. Гидросбивом окалины и системой ускоренного охлаждения раската при прокатке;
3. Датчиками усилия прокатки – месдозами или тензometрами;
- 4 Системой централизованной подачи смазки ко всем механизмам и узлам клетки.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Классификация рабочих клеток прокатных станов

1) **Двухвалковые клетки** применяют как *нереверсивные* и *реверсивные*.

Двухвалковые клетки в свою очередь подразделяются на клетки с горизонтальным расположением валков и клетки с вертикальным расположением валков.

В зависимости от конструкции можно выделить станинные, бесстанинные, предварительно-напряжённые и консольные клетки.

2) **Клетки трио** (*нереверсивные*). Клеть трио, во-первых, дает возможность осуществить реверсивную прокатку, не изменяя направление вращения двигателя, а во-вторых, разместить в валках большое число калибров. Для сортовых станов клеть трио может выполнять функции обжимной клетки. Металл между нижним и средним валками движется в одну сторону, а между средним и верхним – в другую.

3) **Многовалковые клетки** (кварто, шестивалковые, двенадцативалковые, двадцативалковые).

Основная задача многовалковой клетки – обеспечить повышенную жёсткость валковой системы. Клетки подобной конструкции используются для прокатки листа и жести.

3) **Клетки с многовалковыми калибрами**. Внутри этой группы можно выделить трёх- и четырёхвалковые клетки. Подобные клетки позволяют использовать более благоприятный режим обжатия металла. Привод валков данных клеток бывает групповым и индивидуальным.

4) **Универсальные балочные клетки**. Клетки с четырехвалковым калибром, имеют неприводные вертикальные валки.

5) **Клетки специальной конструкции** применяют для станов узкого назначения: прошивные, колесопрокатные, бандажепрокатные, кольцепрокатные, шаропрокатные, станы для прокатки переменного и периодического сечения и др.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Техническая характеристика

№ п/п	Наименование	Величина	Размерности
1	Максимальное усилие металла при прокатке	6,78·10 ⁴	Н
2	Максимальный момент прокатки	103·10 ³	Нм
	Диаметр валков до переточки	900	мм
	Диаметр валков после переточки	860	мм
3	Длина бочки валков	1300	мм
4	Наибольший раствор валков (рабочий)	1050	мм
5	Число оборотов валков	см. таблицу	об/мин
6	Скорость перемещения верхнего валка	9608	мм/с
7	Скорость перемещения нижнего валка	5000	мм/с
8	Скорость осевого перемещения клетки	8,86	мм/с
9	Наибольшее перемещение клетки	9,5	мм/с
10	Предел осевого перемещения валков	-20	мм
11	Наибольший ход верхнего нажимного винта	150	мм
12	Наибольший ход нижнего нажимного винта	100	мм

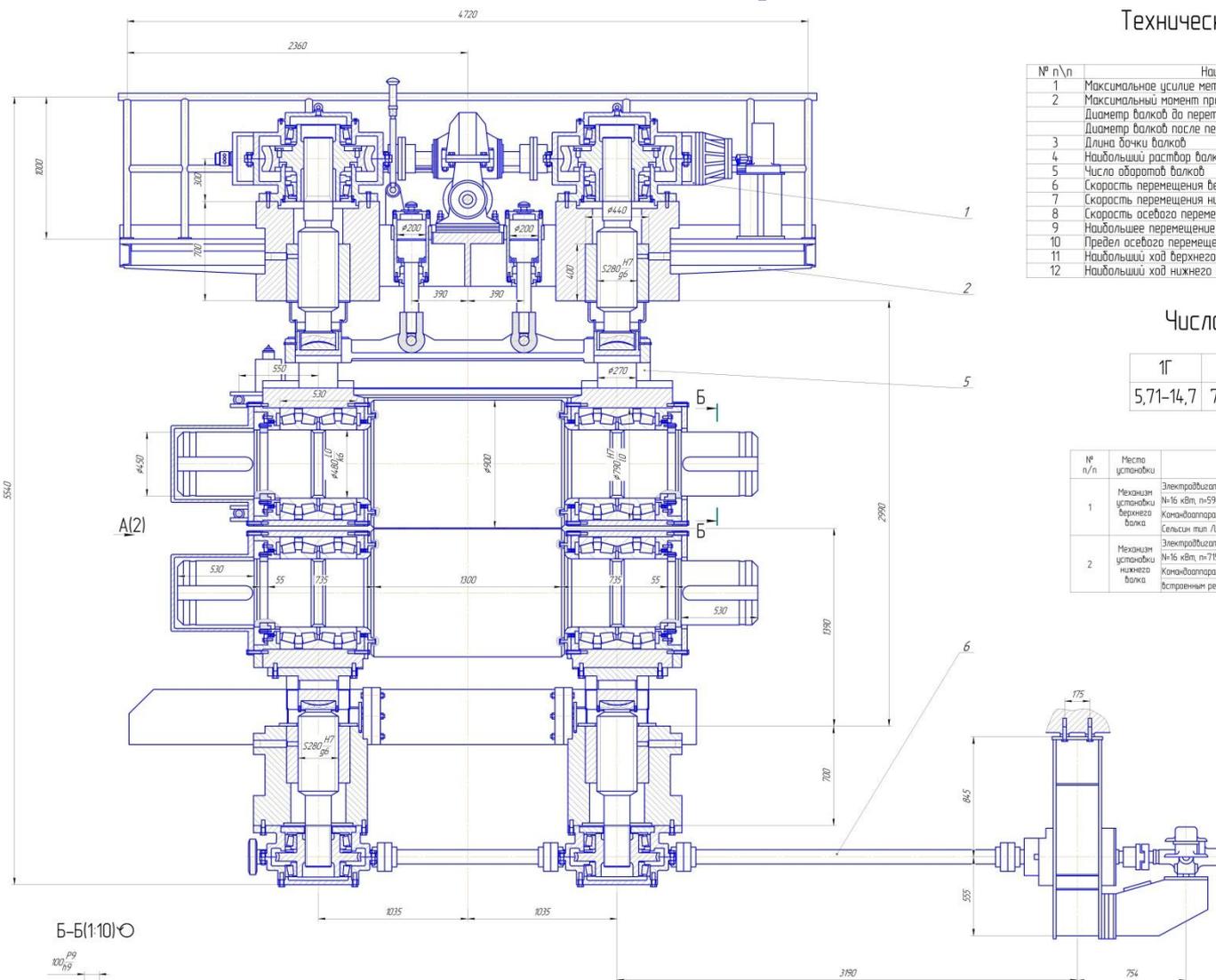
Число оборотов валков

1Г	2Г	3Г	4Г
5,71-14,7	7,3-18,8	8,52-21,9	10,5-27

№ п/п	Место установки	Наименование электрооборудования	Кол-во
1	Механизм установки верхнего валка	Электродвигатель тип ДП-41	
		Н-16 кВт, n=590 об/мин, 25% ПВ	1 шт.
		Командоаппарат тип КА-424 со встроенным редуктором n=30	1 шт.
2	Механизм установки нижнего валка	Сельсин тип ЛВ-501 А	1 шт.
		Электродвигатель тип МТП-412-8	1 шт.
		Н-16 кВт, n=715 об/мин, 25% ПВ	
		Командоаппарат тип КА-424 со встроенным редуктором n=30	1 шт.

Технические условия

- На заводе – изготовителе произвести полную сборку рабочей клетки совместно с плитовыми, черт № 1 – 31356 и механизм переделки валков, черт № 1 – 30971, в соответствии с техническими условиями узловых деталей
- При монтаже оси В-В нижних валков выставить строго вертикально.



Б-Б(1:10) O



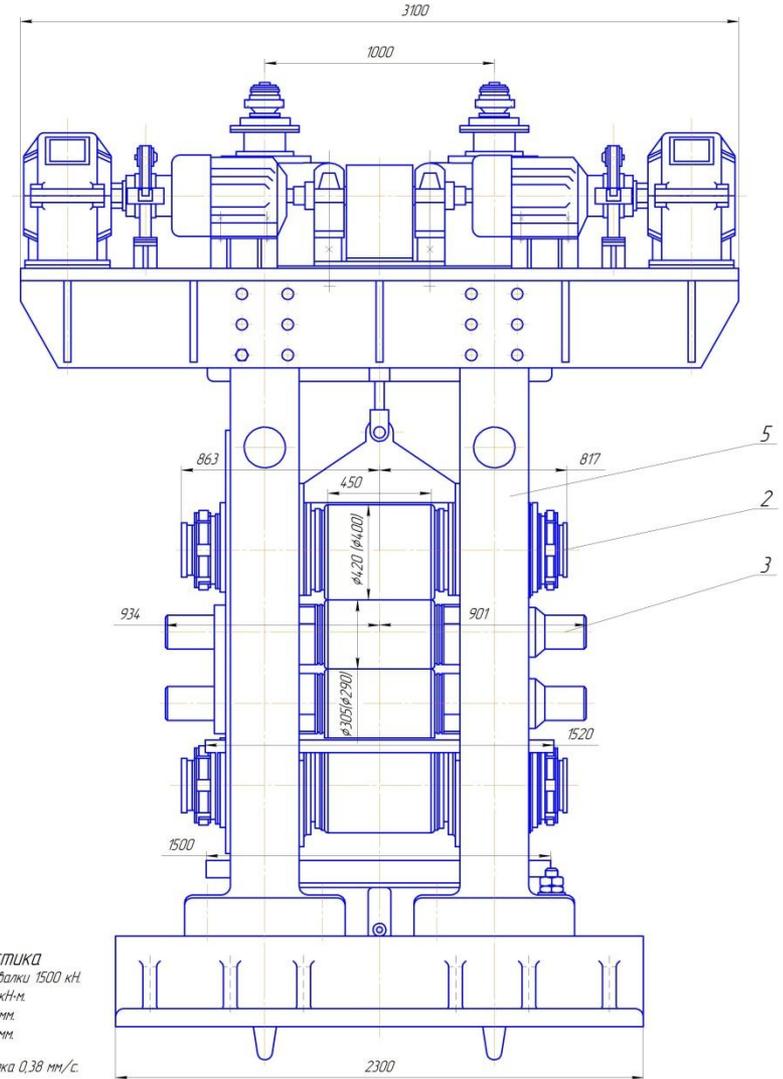
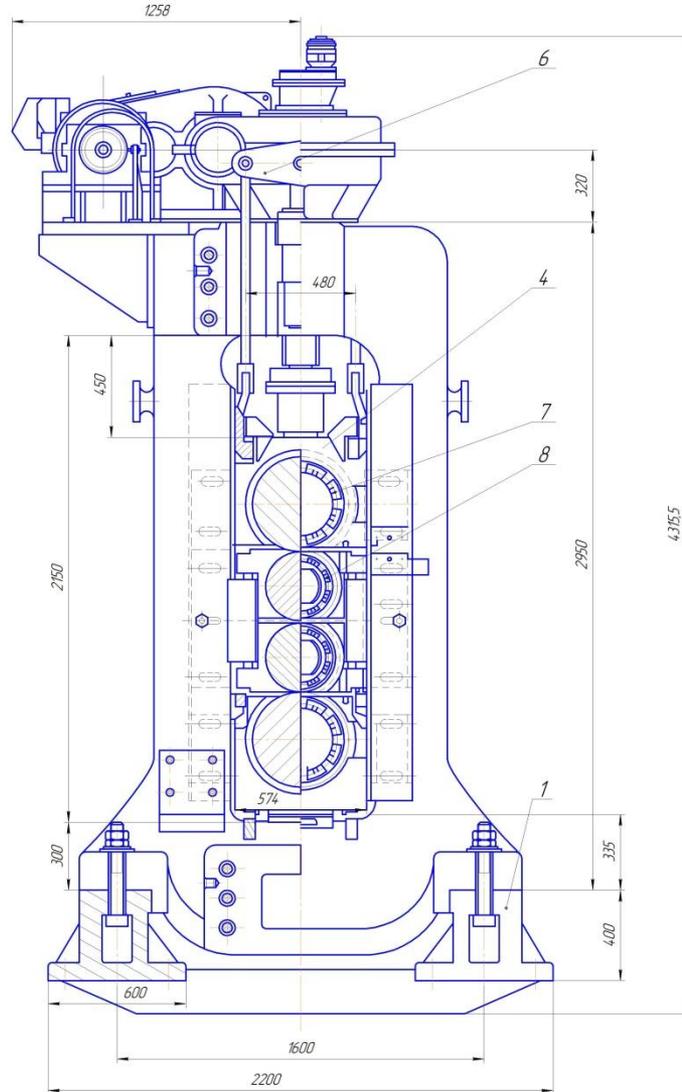
Итого 9 20114.33.04.00. СБ			
№ п/п	Имя	Дата	Масштаб
1	Кельт	18/07/2011	1:10
2	Сборочный чертеж		
3	Корректировка		
4	Итого		

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

150100.68.10.702.0100 СБ

A-A



Техническая характеристика

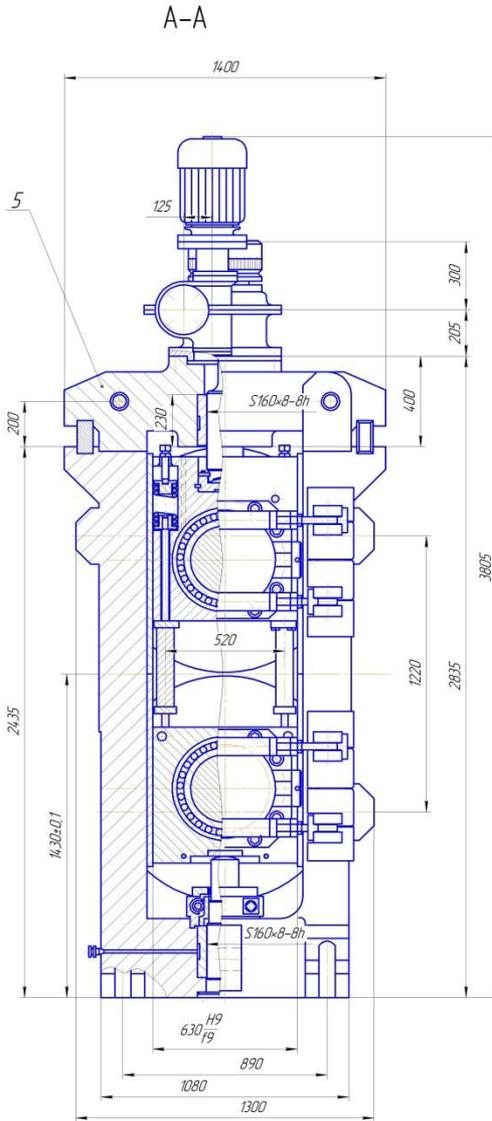
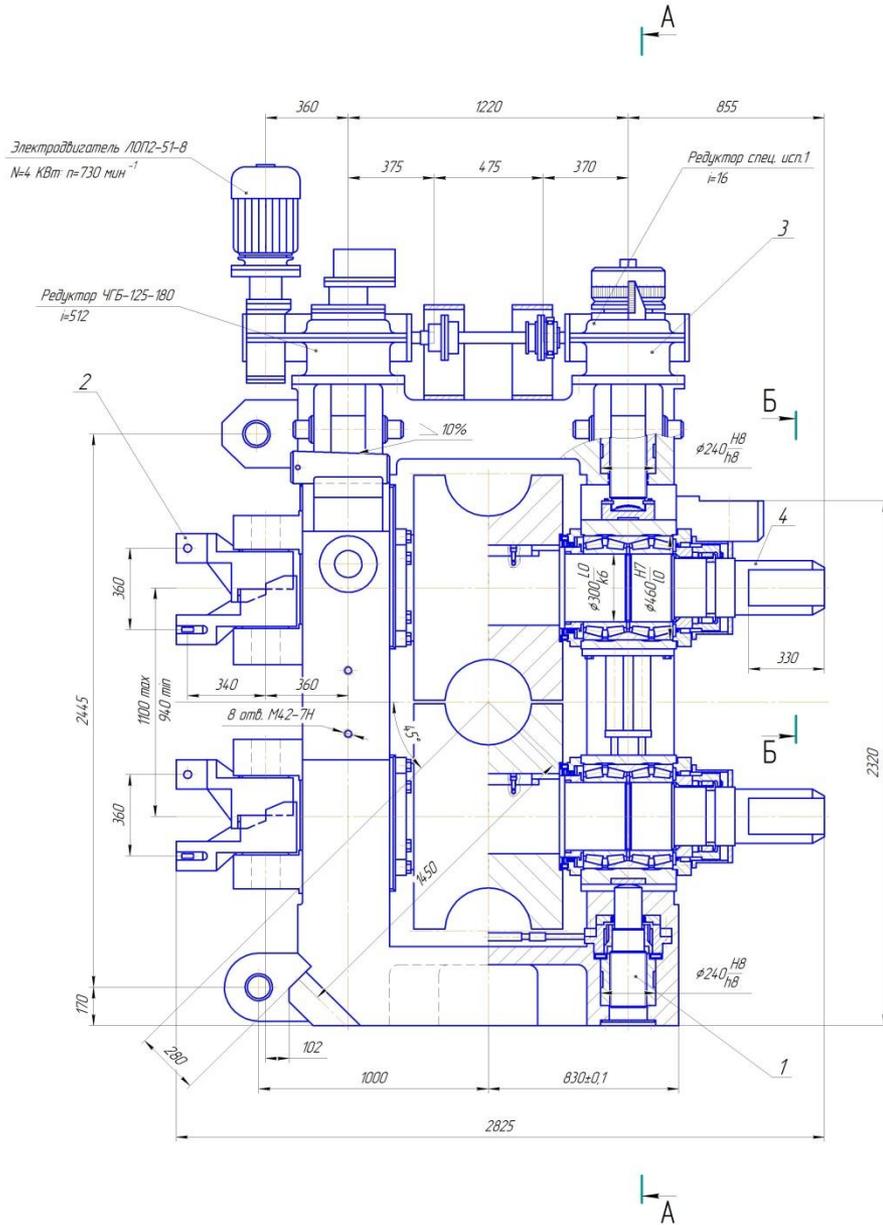
1. Максимальное давление металла на валки 1500 кН.
2. Максимальный момент прокатки 20 кН·м.
3. Диаметр опорного вала 420...400 мм.
4. Диаметр рабочего вала 305...290 мм.
5. Длина дочки валков 450 мм.
6. Скорость перенесения верхнего вала 0,38 мм/с.

150100.68.10.702.0100 СБ					Лист	Кол-во	Максимум
Рабочая клетка 450					1/1		1/10
Сборочный чертёж					Лист	1	Листов 2
Кафедра ОМД					Формат А1		

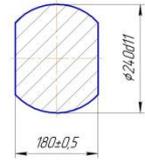
Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

1504.04.2009.237.0100.СБ



Б-Б(1:5)



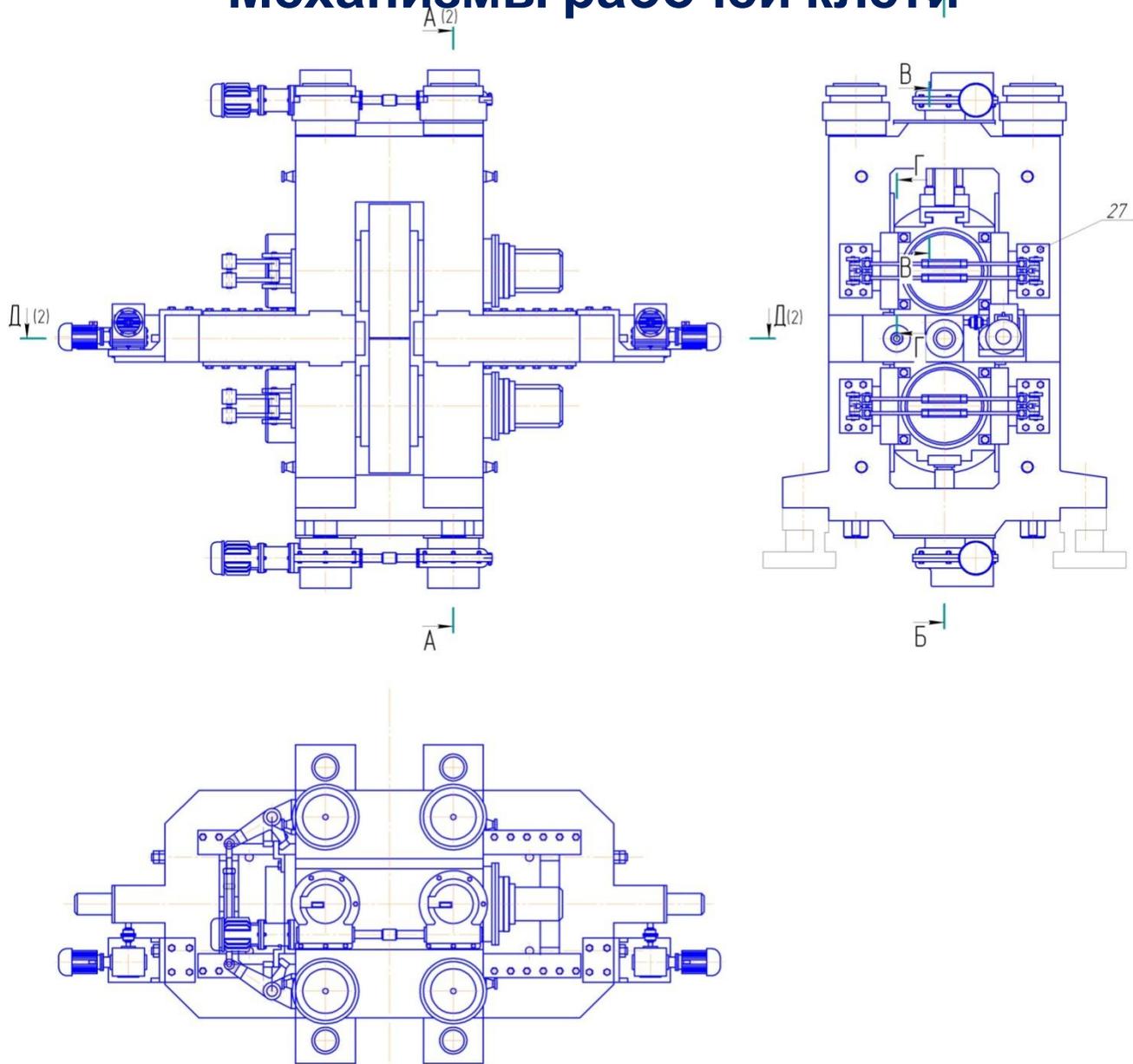
№	Параметр	Единица измерения	Значение
1	Диаметр калиброванных труб	мм	325.550
2	Диаметр бочки вала	мм	1000
3	Длина бочки вала	мм	650
4	Осевая регулировка валков	мм	±10
5	Скорость подачи верхнего валка	мм/с	0,2
6	Передаточное число редуктора механизма установки верхнего валка	-	501,12
7	Передаточное число редуктора механизма установки нижнего валка	-	4,9
8	Усилие прокатки	кН	1000
9	Скорость прокатки	м/с	0,5
10	Максимальный момент прокатки	кН*м	150
11	Ход верхнего нажимного винта вниз	мм	30
	вверх	мм	100
12	Ход нижнего нажимного винта вниз	мм	20
	вверх	мм	30
13	Резьба нажимных винтов	-	S160x8-8h
14	Цена деления циферблата	мм	0,1

- Проверить работу механизмов установки верхнего и нижнего валков. Перемещение нажимных винтов должно быть плавным без заеданий.
- Проверить работу узлов механизма осевой регулировки рабочих валков, для чего каждый рабочий валок сдвинуть от номинального положения в обе стороны.
- При одатке клетки после сборки прокрутить ее в течение 3-х часов (160 об/мин) при этом температура работы подшипников не должна превышать температуру среды более чем на 40°C.
- Окончательная калибровка валков производится у заказчика.
- Смазка подшипников качения и лабиринтных уплотнений валков - густая централизованная, подшипников и зацепления редукторов механизмов установки валков: а) редуктор $i=4,9$, $i=15,66$ - густая закладная; б) редуктор $i=501,12$ - заливная; в) муфта - густая закладная.
- Окрасить по кл. П цвет зеленый; механизм осевой регулировки муфты - цвет красный, нормаль Н1142-63.
- Размеры для справок.
- Клетки оборудованы валками $\Phi 426$ на пусковой трубе.
- Валки являются технологическим инструментом и в паставку не входят.

				1504.04.2009.237.0100.СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Дата	Лист	Листа	Измен.	Всего
Рисов.	Маслова А.		2012	27479	110		
Проф.	Маслова В.			Лист	Листов	1	
Констр.	Савкин О.			ЮрГУ			
Инж.	Кол			Кафедра ОМД			
				Формат А1			

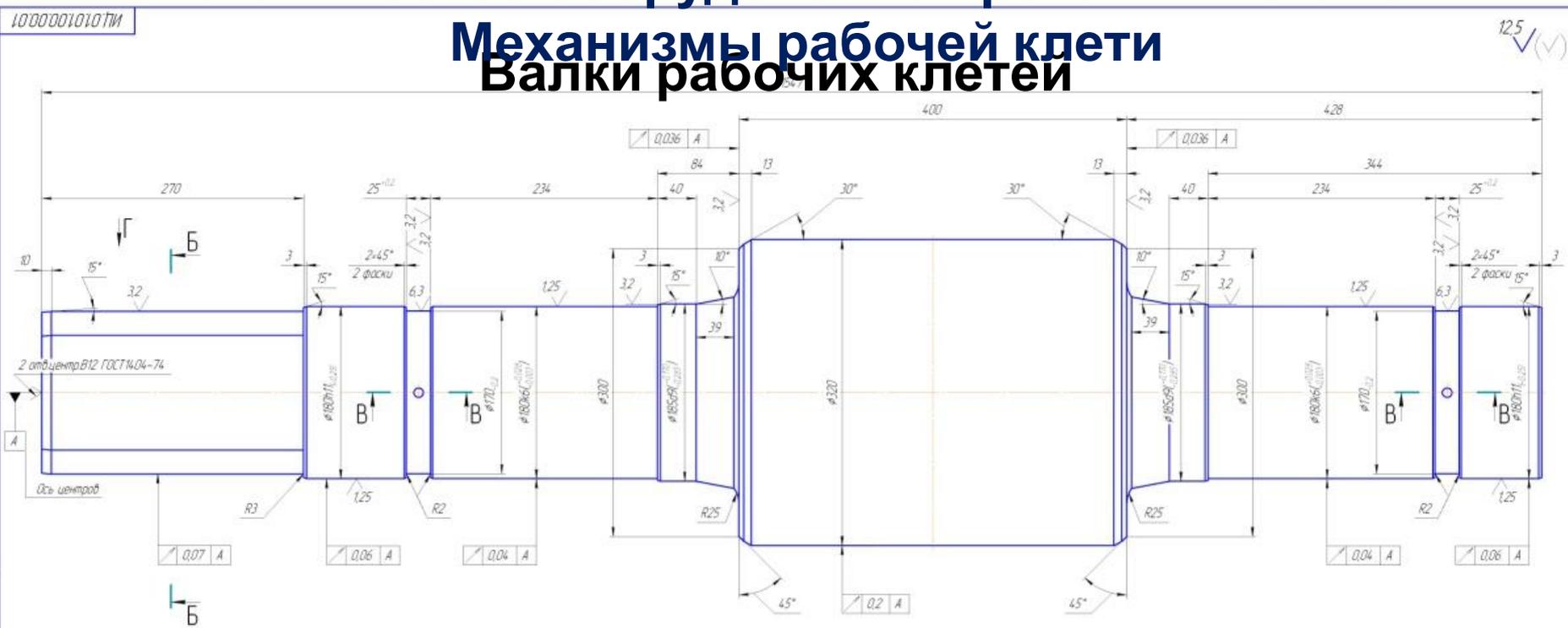
Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

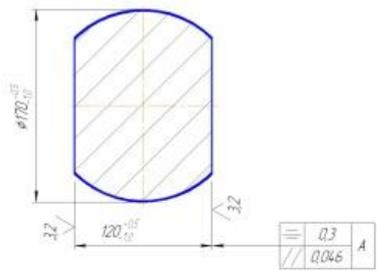


Механическое оборудование прокатных станов

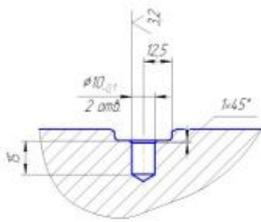
Механизмы рабочей клетки Валки рабочих клеток



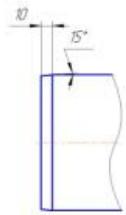
Б-Б



В-В(1:1)



Г



Рабочие валки – инструмент прокатного производства, непосредственно осуществляющий пластическую деформацию металла в горячем или холодном состоянии.

1. Твердость на длине валка Ø320 мм – 45.50 HRC
2. H14, h14, ε₂^{1/2}.

				ИЦ0101000001			
№	№ докум.	Дата	Лист	Материал	№	Матр.	Материал
1	1		470	12			
2	2						
3	3						
4	4						
5	5						
6	6						
7	7						
8	8						
9	9						
10	10						
11	11						
12	12						
13	13						
14	14						
15	15						
16	16						
17	17						
18	18						
19	19						
20	20						
21	21						
22	22						
23	23						
24	24						
25	25						
26	26						
27	27						
28	28						
29	29						
30	30						
31	31						
32	32						
33	33						
34	34						
35	35						
36	36						
37	37						
38	38						
39	39						
40	40						
41	41						
42	42						
43	43						
44	44						
45	45						
46	46						
47	47						
48	48						
49	49						
50	50						
51	51						
52	52						
53	53						
54	54						
55	55						
56	56						
57	57						
58	58						
59	59						
60	60						
61	61						
62	62						
63	63						
64	64						
65	65						
66	66						
67	67						
68	68						
69	69						
70	70						
71	71						
72	72						
73	73						
74	74						
75	75						
76	76						
77	77						
78	78						
79	79						
80	80						
81	81						
82	82						
83	83						
84	84						
85	85						
86	86						
87	87						
88	88						
89	89						
90	90						
91	91						
92	92						
93	93						
94	94						
95	95						
96	96						
97	97						
98	98						
99	99						
100	100						

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки Валки рабочих клеток

Определяющими размерами валка являются его диаметр и длина бочки. Диаметр выбирается исходя из необходимости обеспечить естественный (без заталкивания) захват металла, прочность валков и их жесткость.

Длина бочки сортового валка определяется его калибровкой.

Обычно:

в черновых клетях – $L_b = (2,3 \div 3,0) D_b$;

в чистовых клетях – $L_b = (1,5 \div 2,0) D_b$.

Шейки валков проектируются минимальной длины и как можно большего диаметра, поскольку место перехода бочки в шейку обычно является самым слабым сечением валка. При установке валков на подшипниках качения диаметр шейки получается меньшим, чем на подшипниках скольжения, поскольку «живое сечение» этих подшипников тем больше, чем больше их несущая способность.

Длина шейки определяется шириной подшипника и получается обычно примерно равной ее диаметру.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки Валки рабочих клеток

Валки рабочих клеток изготавливают из чугуна, стали и иногда, когда необходима особенно высокая твердость – из карбида вольфрама.

По твердости валки разделяются:

Мягкие валки 150...250 Н_Г (25...35 Шор)

Применяются в обжимных, черновых клетях заготовительных и крупносортовых станов.

Материал: литая сталь, ковкая сталь, при малых нагрузках – СЧ (серый чугун).

Полутвердые валки 250...400 Н_Г (35...60 Шор)

Применяются в чистовых клетях заготовительных и крупносортовых станов, в черновых клетях, рельсобалочных, среднесортных и мелкосортных станов.

Материал: полузакаленный чугун, стальное литье, ковкая сталь.

Твердые валки 400...600 Н_Г (60...85 Шор)

Применяются в чистовых клетях тонколистовых, среднелистовых, и мелкосортных, рельсобалочных, крупносортовых и среднесортных станов и в клетях кварто (опорные валки).

Материал: закаленный легированный чугун, легированная сталь и наплавленные валки.

Особо твердые валки 600...800 Н_Г (85...100 Шор)

Применяются в станах холодной прокатки.

Материал: ковкая легированная сталь (с применением хрома), карбид вольфрама – валки небольшого размера.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки Составные (бандажированные) валки

Бандажированные валки имеют ряд преимуществ перед обычными цельнолитыми благодаря их высокой технико-экономической эффективности и надежности в работе.

Кованая и в особенности высокоуглеродистая литая структура, изменяющаяся за счет термической обработки и большого количества карбидов легирующих элементов, обеспечивает высокую и равномерную по толщине бандажа твердость и износостойкость.

Марки сталей бандажа:

Кованого 75ХМФ; 9ХФ; 90ХМФ

Литого 150ХНМЛ

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Опорные узлы валков рабочих клеток

Особенности работы подшипников рабочих клеток

1. Очень высокие удельные нагрузки, связанные с большой величиной усилия прокатки и малыми величинами т.н. «живого сечения» в радиальном направлении. *Внутренний диаметр подшипника ограничен диаметром шейки валка, поскольку подшипник устанавливается на шейку. Наружный диаметр ограничен диаметром бочки валка, т.к. необходимо обеспечить установку валков «в забой», т.е. до их соприкосновения.*
В осевом направлении габариты подшипников менее ограничены. Однако при увеличении ширины подшипника уменьшается жесткость валков, а в подшипнике растет неравномерность распределения нагрузки по его ширине.
2. Ударный характер приложения нагрузки и большие амплитуды ее колебания у крупносортовых станов;
3. Высокие числа оборотов валков у клеток проволочных станов;
4. Большая загрязненность окружающей среды, особенно у станов горячей прокатки.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Опорные узлы валков рабочих клеток

Требования к подшипникам рабочих клеток

1. Заданная долговечность (желательно 7000 час непрерывной работы и не менее – 5000 час.);
2. Высокая точность установки валков и жесткость всей валковой системы для получения необходимой точности проката;
3. Легкость проведения монтажных операций при частых перевалках и неприхотливость в эксплуатации;
4. Минимальная стоимость.

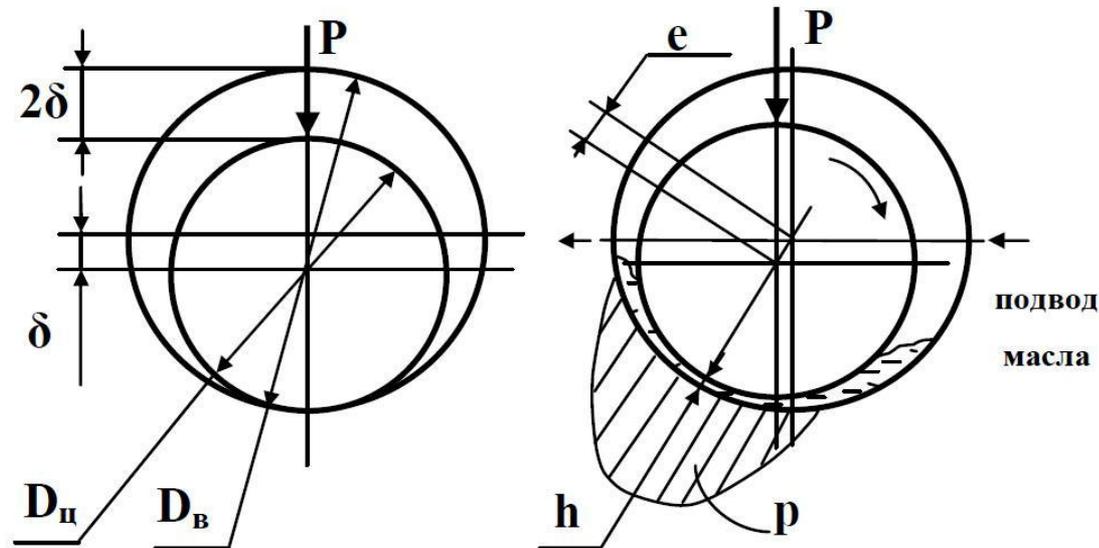
В прокатных клетях применяются подшипники скольжения открытого типа (в настоящее время в сортовой прокатке не используются, подшипники скольжения закрытого типа (гидродинамические), подшипники качения.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Гидродинамические подшипники

Работа подшипников жидкостного трения (ПЖТ), основывается на гидродинамическом эффекте – при вращении цапфы-вкладыша 1 между нею и втулкой вкладышем 2 благодаря адгезии и вязкости масло из зазора не выдавливается, а втягивается, образуя гидродинамический клин. Цапфа 1 «всплывает» и трение становится жидкостным, т.к. благодаря высокой точности обработки и чистоте поверхностей цапфы и втулки минимальный зазор $50 \div 200$ мкм достаточен для разделения трущихся поверхностей



Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Гидродинамические подшипники

Масло подается в ГДП по специальному «карману» под давлением 0,1–0,2 МПа и посредством такого же «кармана удаляется из подшипника.

Соппротивление вращению цапфы оказывают только силы вязкого трения масла, поэтому коэффициент трения минимален и равен $f = 0,001 \div 0,005$, причем он уменьшается с ростом частоты вращения, тогда как грузоподъемность подшипника растет. Грузоподъемность также увеличивается при увеличении диаметра подшипника и повышении вязкости масла. Последнее, однако, ведет к увеличению выделения тепла, следовательно, создает проблемы с охлаждением. Повысить грузоподъемность ГДП можно и за счет уменьшения минимального зазора, что требует повышения точности обработки втулок.

Износа трущихся поверхностей практически нет, поэтому при правильной эксплуатации долговечность ГДП составляет 10÷20 лет.

Важными достоинствами ГДП являются их способность работать при высоких скоростях и демпфировать ударные нагрузки. Недостатками ГДП являются необходимость в маслостанции для централизованной подачи жидкой смазки и зависимость грузоподъемности от частоты вращения. На реверсивных станах ГДП имеют ограниченное применение (масляная пленка успевает исчезать при реверсе). Кроме того, ГДП не воспринимают осевую нагрузку и поэтому опору приходится снабжать дополнительным радиально-упорным подшипником качения.

Применяются ГДП в основном в чистовых клетях непрерывных станов.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Гидростатические и гидростатодинамические подшипники

Гидростатические подшипники применяются в узлах машин малыми частотами вращения, при которых гидродинамический клин не образуется. Поэтому в ГСП уравнивание внешней нагрузки происходит за счет подачи масла под высоким давлением (около 50 МПа) в специальные углубления 1 в втулке-цапфе. В опорах прокатных валков эти подшипники применения не нашли, в отличие от ГСДП, являющихся комбинацией ГДП и ГСП. У ГСДП смазка под высоким давлением подается только в переходных режимах (пуска и остановки), когда несущая способность масляного клина недостаточна. В установившемся режиме подача масла в углубления 1 прекращается и подшипник работает как ГДП. Недостаток этих подшипников – сложность и дороговизна гидроаппаратуры на высокие давления.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Достоинства:

Подшипники качения

1. Сравнительно низкий коэффициент трения (до 0,005 у шарикоподшипников);
2. Большая жесткость опоры и неизменяемость ее размеров при эксплуатации (нет перекосов от неравномерного износа деталей, как у ПС, и «всплытия» шеек, как у ПЖТ);
3. Менее жесткие требования к герметизации, чем у ПЖТ;
4. Отсутствие надобности в сложных смазочных системах и простота в эксплуатации;
5. Способность некоторых типов подшипников качения воспринимать не только радиальную, но и осевую нагрузку.

Недостатки:

1. Меньшая, чем у подшипников скольжения, грузоподъемность;
2. Уменьшение долговечности с ростом частоты вращения.

Второй недостаток подшипников качения обусловлен тем, что они выходят из строя вследствие усталостного износа (выкрашивания) дорожек и тел качения. При увеличении и частоты вращения число циклов нагружения за один и тот же период возрастает, что и приводит к потере циклической прочности.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Подшипники качения

Опоры прокатных валков находятся под действием крайне высоких радиальных и небольших осевых нагрузок, поэтому имеющееся монтажное пространство максимально используют для того, чтобы обеспечить восприятие радиальных нагрузок. В связи с этим в качестве опор валков применяются в основном роликовые подшипники. Используются роликовые подшипники с цилиндрическими роликами (разборные) и коническими роликами (неразборные).

Для установки внутренних колец подшипников на цилиндрические шейки предпочтительны неподвижные посадки, поскольку они не позволяют кольцам проворачиваться относительно шеек и царапать их. Проблема-противоречие заключается в износе шеек валка при посадке внутреннего с зазором и трудность демонтажа при посадке внутреннего кольца с натягом.

Возможно осуществлять установку и демонтаж этих подшипников с помощью гидрораспора.

Так же решением является установка подшипников на конических шейках. В этом случае демонтаж осуществлять не трудно.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Подшипники качения

Так как опоры прокатных валков находятся под действием крайне высоких радиальных и небольших осевых нагрузок, имеющееся монтажное пространство максимально используют для того, чтобы обеспечить восприятие радиальных нагрузок. Если в качестве радиальных устанавливаются цилиндрические роликоподшипники, то для обеспечения осевого фиксирования (ведения) валков должен быть установлен дополнительный упорный подшипник.

Раздельное восприятие радиальных и осевых нагрузок дает особые преимущества в тех случаях, когда точность осевого ведения влияет на точность размеров прокатного материала .

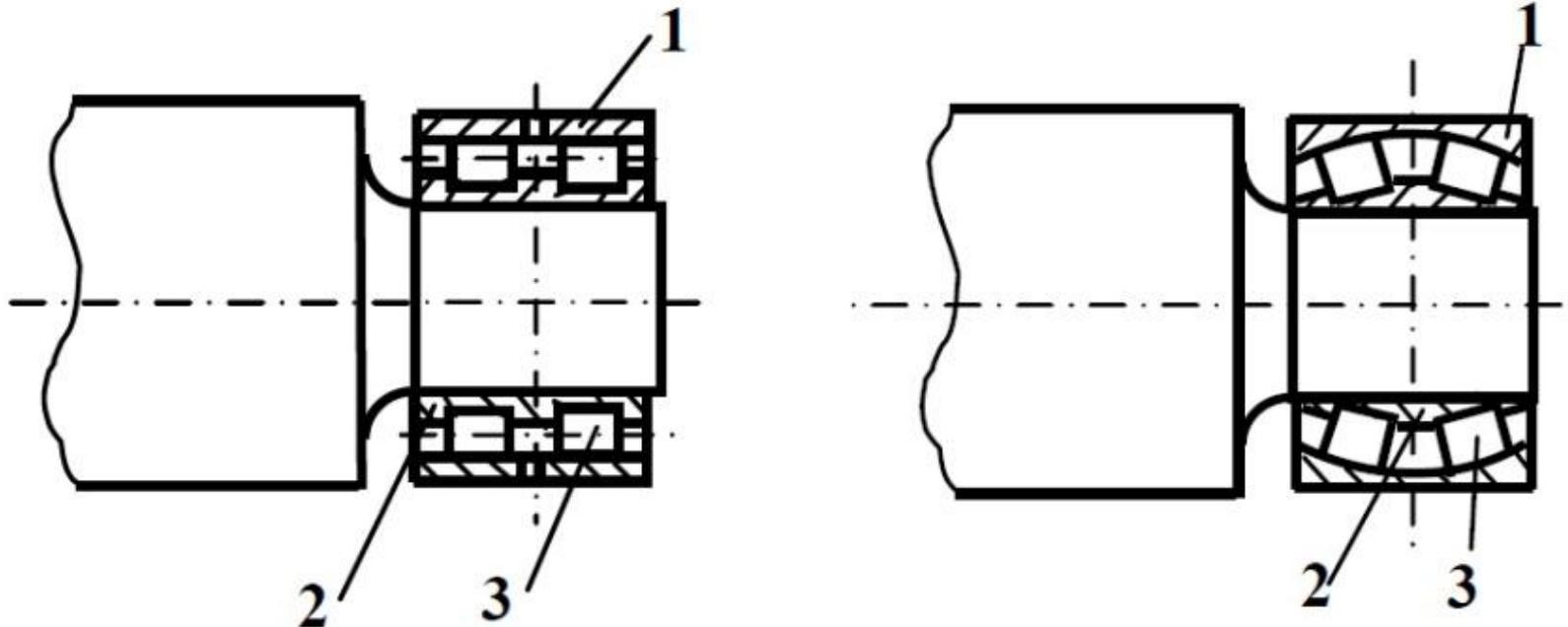
Характерной для всех видов подшипников является фиксация в осевом направлении подушек только с неприводной стороны, т.к. здесь удобнее осуществлять осевую регулировку валков. Опору с приводной стороны освобождают от восприятия осевой нагрузки, поскольку она воспринимает динамические нагрузки от шпинделей. Тепловое удлинение валка, благодаря такой конструкции, происходит за счет «плавания» подушек с приводной стороны в проеме станины.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Двухрядные роликовые подшипники качения

Для малонагруженных рабочих клеток используют двухрядные подшипники с цилиндрическими роликами и со сферическими роликами. Последние обладают свойством самоустановки: при изгибе вала внутреннее кольцо поворачивается вместе с валом относительно наружного, тем самым предотвращая неравномерность распределения нагрузки по рядам роликов. Чтобы повысить несущую способность опоры, двухрядные подшипники можно устанавливать парами. Однако при этом подшипники со сферическими роликами теряют свойство самоустановки.



Механическое оборудование прокатных станов

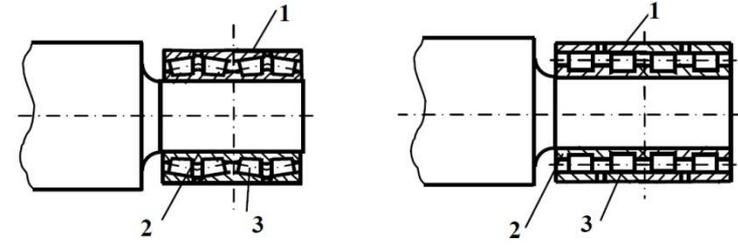
Механизмы рабочей клетки

Четырёхрядные роликовые подшипники качения

Чаще всего в качестве опор прокатных валков используются четырехрядные подшипники: с коническими роликами и с короткими цилиндрическими роликами. Эти подшипники выпускаются как с цилиндрическими внутренними отверстиями, так и с коническими. Последнее значительно облегчает монтаж и демонтаж подшипников на шейки валков и несколько увеличивает прочность шеек.

Достоинствами роликоконических подшипников являются:

1. Высокая грузоподъемность;
2. Нечувствительность к перекосам посадочных мест;
3. Способность воспринимать осевую нагрузку.



Недостатками являются:

1. Небольшие допускаемые частоты вращения, т.к. дорожек и тел качения их трудно изготавливать с высокой точностью;
2. Возникновение неравномерного распределения нагрузки между рядами роликов с увеличением осевой нагрузки. При этом два ряда роликов, не воспринимающих из-за зазора в беговой дорожке осевую нагрузку, разгружаются и от радиальной. В результате остальные два ряда перегружаются, что уменьшает долговечность всего подшипника.

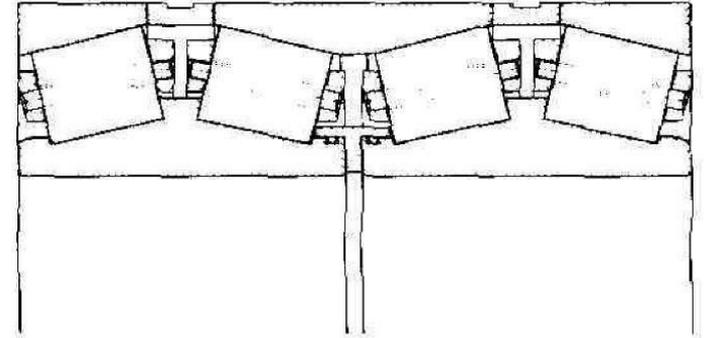
Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Четырёхрядные подшипники с коническими роликами

Роликовые конические подшипники применяются в основном на реверсивных станах, а также в черновых клетях непрерывных станов с небольшой скоростью прокатки.

Вследствие наклонного положения роликов конические роликоподшипники воспринимают как радиальные, так и осевые нагрузки. Роликоподшипники выполняются разъемными.



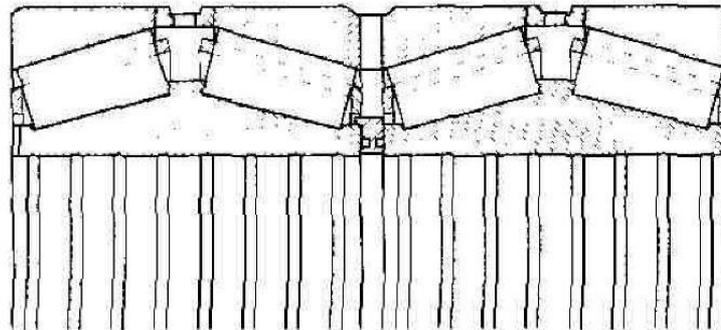
Несмотря на разъемность, в отличие от цилиндрических роликоподшипников, смонтировать внутреннее кольцо подшипника на цапфу, наружное кольцо - в подушку, а затем установить подушку на цапфу не представляется возможным. Сначала необходимо смонтировать подшипник в подушку, а затем подушку с смонтированным подшипником надеть на цапфу. Как следствие такой необходимости, внутреннее кольцо подшипника получает по цапфе свободную посадку - вопреки тому, что при циркуляционном характере нагружения требуется посадка кольца с натягом. При посадке с зазором внутреннее кольцо свободно

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Четырёхрядные подшипники с коническими роликами

Посредством хорошего смазывания пространства между внутренним кольцом и цапфой добиваются уменьшения износа до приемлемого значения. Чтобы создать запас смазки и тем самым улучшить смазывание цапфы, в некоторых случаях в отверстия внутреннего кольца предусмотрены спиралевидные смазочные канавки, в которых также могут оседать продукты износа. При плановом режиме работы рабочие валки изнашиваются и подлежат замене еще до того, как износ цапф составит сколько-нибудь существенное значение.

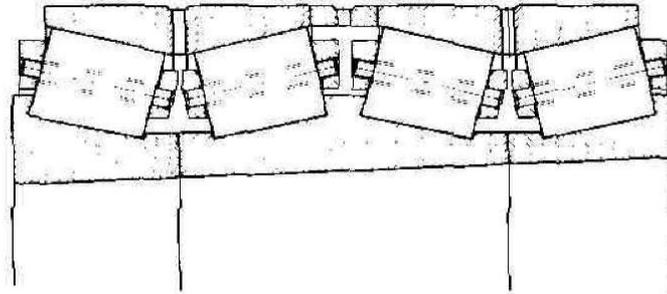


Механическое оборудование прокатных станов

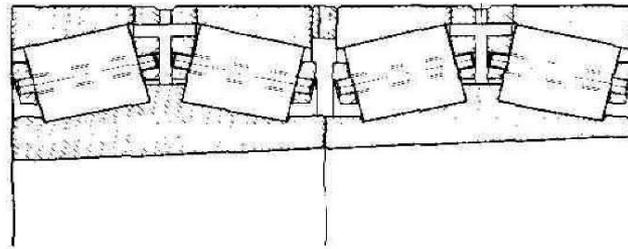
Механизмы рабочей клетки

Четырёхрядные подшипники с коническими роликами

При высокой частоте вращения и высоких нагрузках требуется *посадка с натягом* для внутреннего кольца подшипника. В таких случаях используются подшипники с коническим отверстием, которые монтируются на коническую цапфу прокатного вала. Тем самым наиболее просто достигается желаемая жесткая посадка на вал.



Разъемное внутреннее кольцо состоит из одного двухрядного кольца и двух однорядных, а разъемное наружное кольцо - из двух двухрядных колец.



Наружное кольцо, состоящее из четырех колец, разделенных тремя дистанционными кольцами.

Механическое оборудование прокатных станов

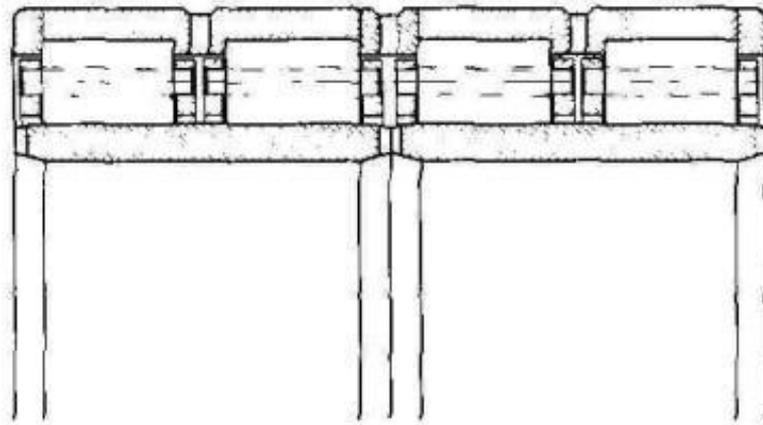
Механизмы рабочей клетки

Четырёхрядные подшипники с короткими цилиндрическими роликами

Четырёхрядные подшипники с короткими цилиндрическими роликами допускают высокие скорости прокатки (до 40 м/с), т.к. благодаря простой форме тел и дорожек качения их можно изготавливать с высокой точностью. Их недостатки – чувствительность к перекосам посадочных мест и неспособность воспринимать осевые нагрузки. Последнее вынуждает устанавливать в опоре дополнительный радиально-упорный или упорный подшипник.

Особенностью этих подшипников является возможность их разборки в осевом направлении, благодаря чему внутренние кольца сажаются на шейки с натягом и при перевалках остаются на шейках.

Четырёхрядные подшипники с короткими цилиндрическими роликами используются для рабочих валков прокатных и сортовых станков.

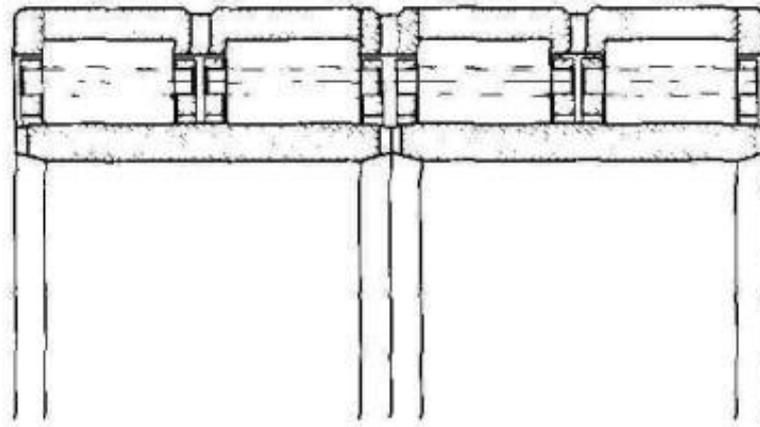


Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Четырёхрядные подшипники с короткими цилиндрическими роликами

С тем, чтобы достичь наибольшей грузоподъемности (особенно если речь идет о крупногабаритных подшипниках), подшипник комплектуется максимальным числом роликов. В таких случаях ролики изготавливаются со сквозными отверстиями и подшипник комплектуется так называемым сепаратором с осями. Сепаратор состоит из двух боковых шайб, в которых закреплены проходящие через ролики оси. Такой сепаратор обладает очень высокой прочностью, что особенно важно, если крупногабаритный подшипник установлен в оборудовании, работающем с большими ускорениями и замедлениями, например в реверсивном прокатном стане.

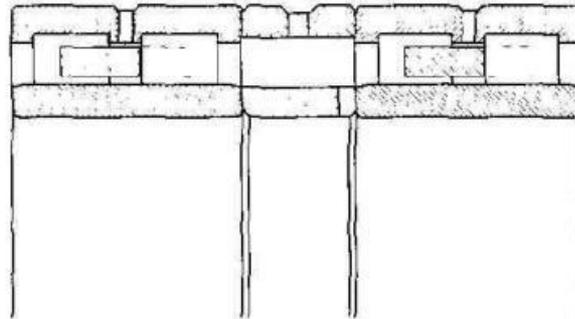


Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Четырёхрядные подшипники с короткими цилиндрическими роликами

Для достижения повышенной точности вращения применяют цилиндрические роликоподшипники с предварительно шлифованной дорожкой качения внутреннего кольца и припуском на последующую шлифовку: внутреннее кольцо монтируется на цапфу с натягом и затем производится чистовое шлифование дорожки качения внутреннего кольца совместно с поверхностью валка.



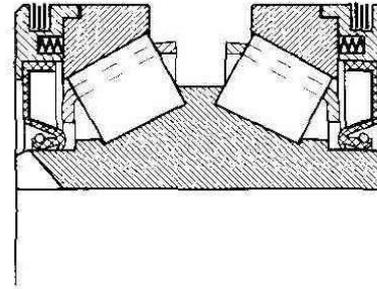
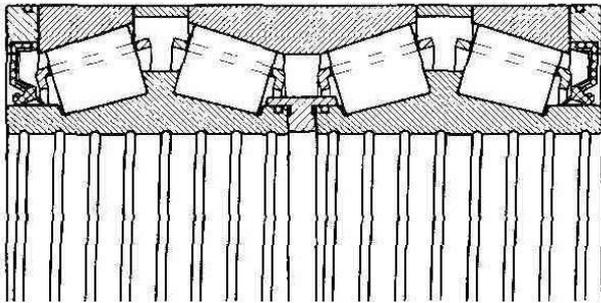
С тем, чтобы уменьшить нагрузки, возникающие из-за возможных опрокидывающих моментов, подшипники устанавливают на расстоянии друг от друга и между наружными и внутренними кольцами монтируют разделительные втулки. Такие подшипники в большей степени предназначены для работы с высокой частотой вращения и в меньшей степени для высоких нагрузок (например на проволочных станах). Они комплектуются стальными или латунными массивными сепараторами. Данные подшипники наряду с пригодностью для высоких скоростей прокатки - до 40 м/с - обладают сравнительно высокой грузоподъемностью.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Многорядные роликовые подшипники с уплотнениями

Опоры рабочих валков в станах горячей прокатки должны быть особо хорошо защищены уплотнениями от загрязнения ввиду значительного количества воды (для валков) или охлаждающих эмульсий, перемешанных с грязью. В основном подшипники рабочих валков смазываются консистентной смазкой. В целях снижения затрат и защиты окружающей среды производители стараются снизить расход смазки. За счет лучшей смазки и чистоты контактных поверхностей качения срок службы подшипников можно существенно увеличить. Для достижения этих целей используются четырехрядные конические роликоподшипники со встроенными уплотнениями.



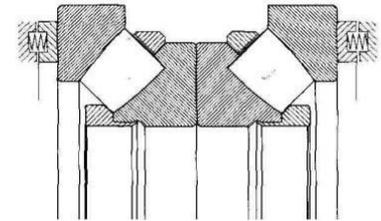
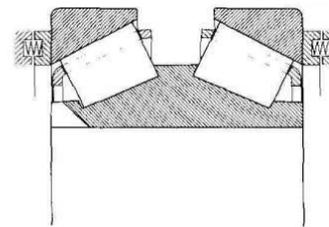
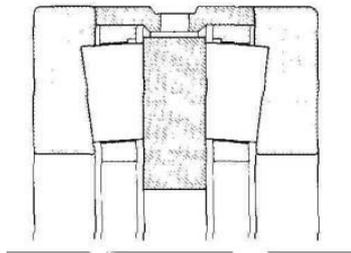
Эти подшипники имеют те же размеры, что и аналогичные открытые подшипники. В них закладывается высококачественная подшипниковая смазка, которая не вытекает из подшипников и расходуется очень экономно. Уплотнения же, устанавливаемые в корпусе, изначально смазываются простой и дешевой смазкой. Хотя интегрированные уплотнения уменьшают пространство для роликов в подшипнике (что, в свою очередь, снижает грузоподъемность), подшипники с уплотнениями, как правило, вследствие чистоты масляной пленки в зоне контакта обладают большим сроком службы, чем такие же подшипники без

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Подшипники для восприятия осевой нагрузки

Как правило, подушка размещается в станине прокатной клетки со стороны демонтажа и передает осевые нагрузки с узла валков на станину. В качестве упорных применяются подшипники различных конструкций. При высоких осевых нагрузках и средних частотах вращения применяются упорные конические роликоподшипники, двухрядные конические роликоподшипники с большим углом контакта или упорные сферические роликоподшипники.



При использовании упорных конических роликоподшипников между свободными кольцами (центрированными по отверстию в корпусе) устанавливается дистанционное кольцо, ширина которого соответствует требуемому осевому зазору.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Подшипники для восприятия осевой нагрузки

Упорные конические, двухрядные конические и упорные сферические роликоподшипники прежде всего применяются в обжимных станах, то есть там, где имеют место значительные осевые нагрузки при низких и средних частотах вращения. На практике осевые нагрузки воспринимаются лишь одним рядом подшипника. Второй ряд остается ненагруженным. С тем, чтобы не происходило проскальзывания тел качения ненагруженного ряда, свободные кольца двухрядных конических роликоподшипников и упорных сферических роликоподшипников, центрированные по отверстию в корпусе, с обеих сторон могут быть подпружинены с минимальным требуемым натягом.

Скорости прокатки проволочных станов обычно настолько велики, что применение в них упорных роликоподшипников. В такие станы в качестве упорных подшипников устанавливаются радиально-упорные шарикоподшипники. Подушка со стороны привода в станине не фиксируется; она центрируется упорным подшипником, закрепленным на цапфе. Поскольку силы центрирования невысоки, в качестве упорного устанавливается радиальный шарикоподшипник, что вызывает незначительное увеличение ширины подшипникового узла.

В некоторых конструкциях опор валков со стороны привода устанавливается тот же упорный подшипник, *что и со стороны демонтажа*, что благоприятно сточки зрения унификации. Применяемые в этих опорах радиальные и радиально-упорные шарикоподшипники должны воспринимать только осевые нагрузки..

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Смазка подшипниковых узлов

В подшипниках прокатного оборудования, как и в других подшипниках качения, для предотвращения прямого контакта деталей подшипника друг с другом необходимо образование устойчивой масляной пленки, обладающей достаточной несущей способностью. Толщина и грузоподъемность масляной пленки зависят от вязкости масла, частоты вращения, размеров подшипника и свойств смазочного материала. Также задачей смазки является защита частей подшипника от коррозии. Смазочное вещество смазывает рабочие кромки уплотнений (манжетных уплотнений и т.д.) и заполняет зазор в лабиринтных уплотнениях в качестве уплотнительной смазки. Так как функции смазки в уплотнениях отличаются от функций смазки в подшипнике, целесообразно для подшипника и для уплотнений выбирать разные смазки, наилучшим образом подходящие для каждого из применений. Как бы правильна ни была данная точка зрения, в большинстве случаев, она не соблюдается.

Смазка подшипников бывает густая закладная или от автоматической централизованной системы подачи густой смазки. У подшипников предусмотрены отверстия в наружных кольцах для подвода смазки к телам качения.

Иногда, с целью повышения нагрузочной способности и для отвода тепла применяют централизованную жидкую смазку. Весьма эффективной является смазка масляным туманом, который получается при распылении масла воздухом, а также смазка капельным способом.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Смазывание консистентной смазкой

Для простоты уплотнения и удобства повторного смазывания, если позволяют производственные условия, подшипники для прокатного оборудования смазываются консистентной смазкой. Производители минеральных масел предлагают обширный ассортимент специальных подшипниковых консистентных смазок.

Основными критериями выбора смазки являются частота вращения и нагрузка. При выборе консистентной смазки также необходимо учитывать положение оси прокатки. При вертикальном или наклонном расположении валков вследствие силы тяжести возникает опасность выпадения смазки из подшипника и из подушки. В таких случаях рекомендуется устанавливать снизу от подшипника удерживающие смазку кольца, а также выбирать стабильные к смятию и обладающие особенно хорошими адгезионными свойствами смазки.

Другим важным моментом является повторная смазка. Значительное количество смазки для подшипника и для уплотнений, а также длинные смазочные каналы при централизованном смазывании обуславливают необходимость применения консистентной смазки с хорошей транспортируемостью. В опорах прокатных валков, работающих в сырой среде и часто пребывающих в состоянии покоя, под влиянием конденсата возникает опасность появления коррозии. В таком случае применяемые консистентные смазки должны обладать хорошими антикоррозионными свойствами. Подшипниковые узлы, на которые попадает вода, должны быть защищены уплотнениями от попадания воды.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Смазывание консистентной смазкой

Для эффективного смазывания крайне важна точная подача консистентной смазки или масла. Смазочный материал должен точно подаваться к поверхностям качения и скольжения. В конструкции с консистентной смазкой необходимо обеспечить условия для удаления избыточного смазочного материала. Избыточное количество смазки приводит к повышенной работе по преодолению смятия смазки и к повышенному тепловыделению. Оно может быть настолько значительным, что повлечет за собой разрушение консистентной смазки. Сказанное справедливо и для контакта скольжения в уплотнениях, куда также смазочный материал должен подаваться целенаправленно.

Опоры смазываются следующим образом:

подшипник целиком обмазывается смазкой, чтобы все функциональные поверхности были наверняка покрыты смазкой;

пространство в корпусе рядом с подшипником заполняется смазкой настолько, чтобы осталось место для заложенной смазки, выступающей из подшипника. Благодаря этому удается избежать вовлечения излишнего количества смазки в смазочный цикл.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Смазывание консистентной смазкой

Срок, при достижении которого необходимо дополнить или полностью заменить смазку подшипника, прежде всего зависит от степени нагрузки на смазку из-за трения в подшипнике и от частоты вращения.

Кроме того, необходимо учитывать эффективность уплотнений и окружающие условия, что особенно справедливо для подшипников прокатных станов. Из-за высокой влажности атмосферы, водяных струй и окалины, а также в том случае, если уплотнения недостаточно эффективны, интервал между смазыванием подшипников должен быть сокращен. Необходимо в процессе перевалки уделять внимание контролю состояния смазки и уплотнений, главным образом на предмет того, смогли ли загрязнения попасть в подшипник.

Механическое оборудование прокатных станов

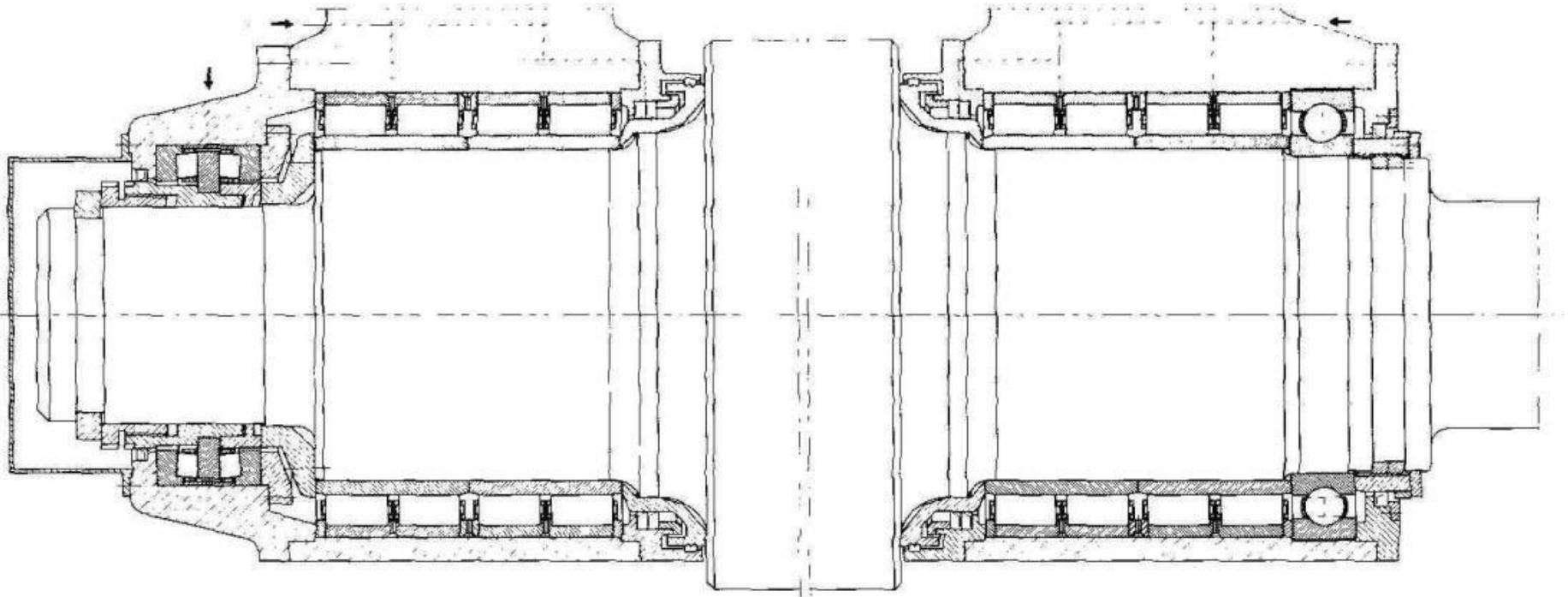
Механизмы рабочей клетки

Смазывание консистентной смазкой

К четырехрядным роликоподшипникам в опорах горизонтально расположенных валков смазка должна подаваться в двух местах.

Установленный в качестве упорного шарикоподшипник может смазываться совместно с радиальным подшипником или отдельно от него.

Для упорных конических роликоподшипников, напротив, вследствие их более высоких требований к смазке необходим отдельный подвод смазочного материала.

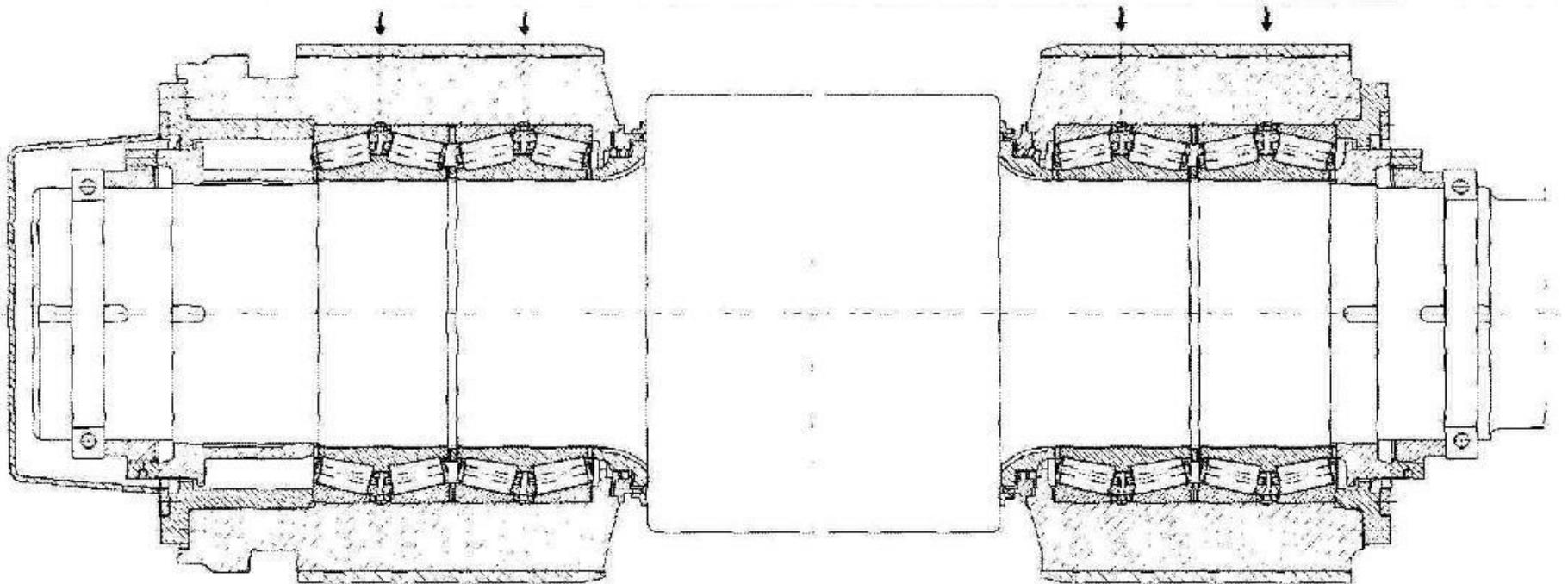


Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Смазывание консистентной смазкой

Двухрядные радиально-упорные шарикоподшипники по возможности должны смазываться по отдельному смазочному каналу.



Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Смазывание маслом

Для образования устойчивой масляной пленки и достижения подшипником расчетной долговечности масло при рабочей температуре должно обладать определенной вязкостью, зависящей от частоты вращения и размеров подшипника.

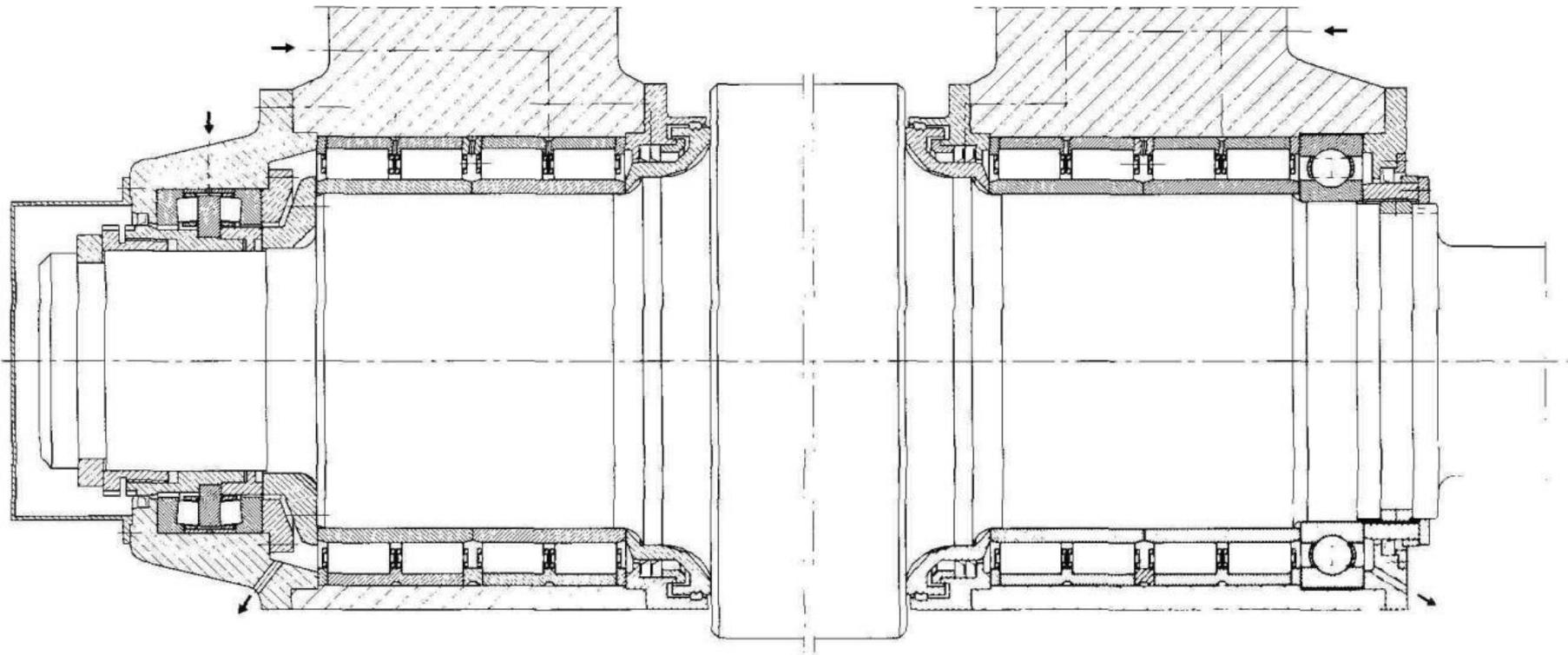
Для смазывания подшипников в большинстве случаев применяются минеральные масла с присадками для лучшей стойкости к окислению, придания антикоррозионных свойств или пониженного пенообразования. Дисперсионные присадки удерживают нерастворимые тонкие частицы загрязняющих веществ во взвешенном состоянии. Для опор, работающих в экстремальных температурных условиях, существуют масла, устойчивые к высокой температуре и старению. Для высоких температур вместо минеральных масел предпочтение отдается синтетическим маслам, обладающим более высокой стойкостью к старению.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Смазывание маслом

Циркуляционная смазка маслом кроме надежного смазывания обеспечивает охлаждение и отвод от подшипника загрязняющих частиц и воды. В подшипниках прокатных валков этот метод смазывания и охлаждения используется при: высоких нагрузках и частотах вращения; наличии внешнего источника нагрева; плохом теплоотводе.



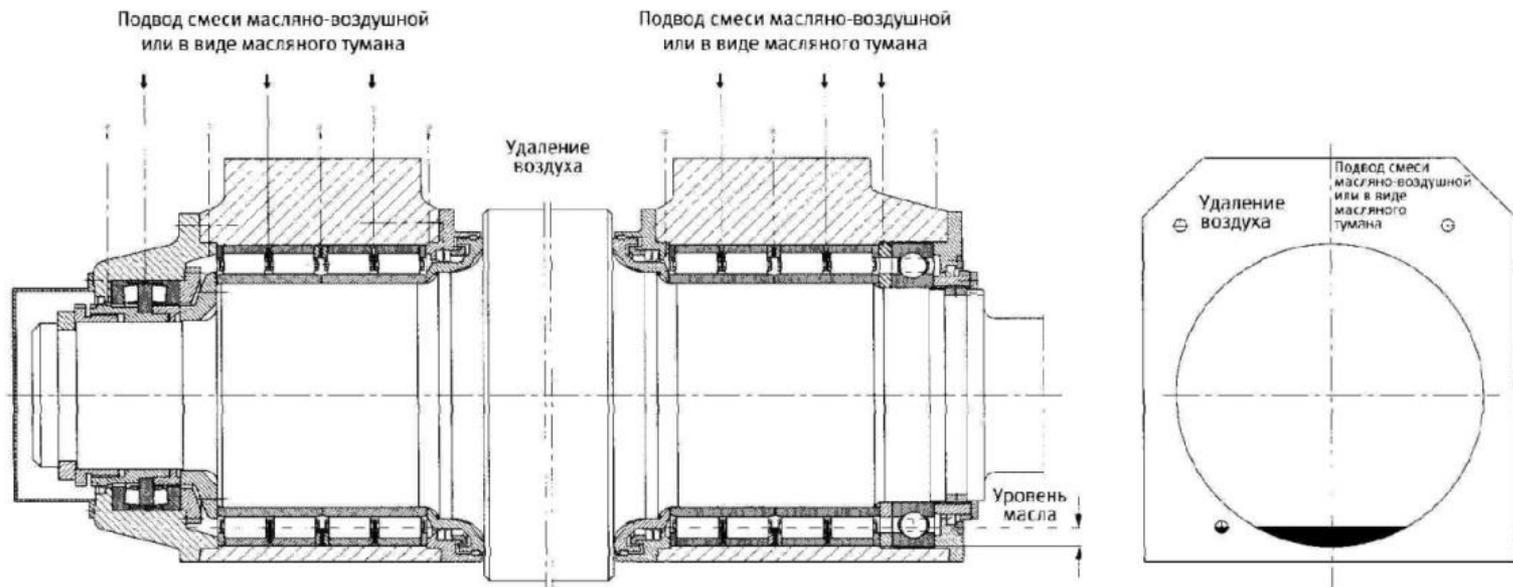
Циркуляционная смазка требует некоторых затрат для организации каналов для подвода и отвода масла, его прокачки: маслосборники, фильтры и масляные радиаторы.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Смазывание маслом

При смазывании масляным туманом поток воздуха транспортирует масло в виде тумана к соплу перед подшипником. Там образуются капельки масла, которые впрыскиваются в подшипник. Подаваемые таким образом в подшипник малые количества масла поддерживают необходимый для смазывания уровень масла, который помимо всего прочего необходим для обеспечения смазывания подшипника при запуске и при краткосрочных перебоях в подаче масла. При горизонтальном положении вала перепускные окна в подушке выполняются таким образом, чтобы масляное зеркало было на уровне середины нижнего тела качения подшипника. Повышенное давление, создаваемое потоком воздуха в корпусе, и исходящий через уплотнения воздух поддерживают эффективность защиты узла.



Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Подушки прокатных валков

Кольца подшипников прокатных станов, как правило, тонкостенные, поэтому для них необходима надежная опорная поверхность в виде корпусов (подушек). В противном случае невозможно обеспечить восприятие высоких рабочих нагрузок.

Для того чтобы обеспечить плавность вращения валков и при прокатке были бы соблюдены допуски на размеры проката, с одной стороны зазор между подушками и окнами в станине должен быть минимальным; С другой стороны, зазор должен быть достаточно большим, чтобы при рабочей температуре подушки не защемлялись в окнах.

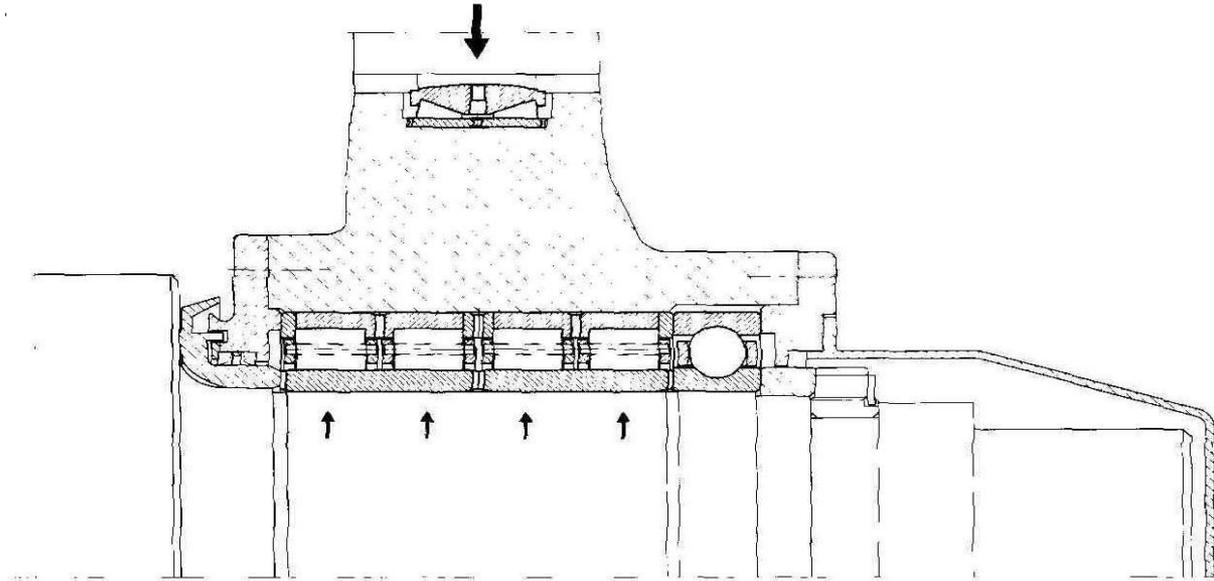
Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Подушки прокатных валков

Опорные поверхности подушки, контактирующие со станиной и с нажимным винтом, должны иметь некоторую сферичность для достижения самоустанавливаемости подушки и соосности отверстия и цапфы вала. Таким образом обеспечивается равномерное распределение нагрузки по всей ширине подшипника в случае его неточного монтажа или при прогибе валков. Опорные поверхности должны быть закалены, чтобы при высоких нагрузках они не деформировались.

Между нажимным винтом и верхней подушкой для восприятия односторонних нагрузок устанавливаются упорные конические роликоподшипники с нажимной шайбой

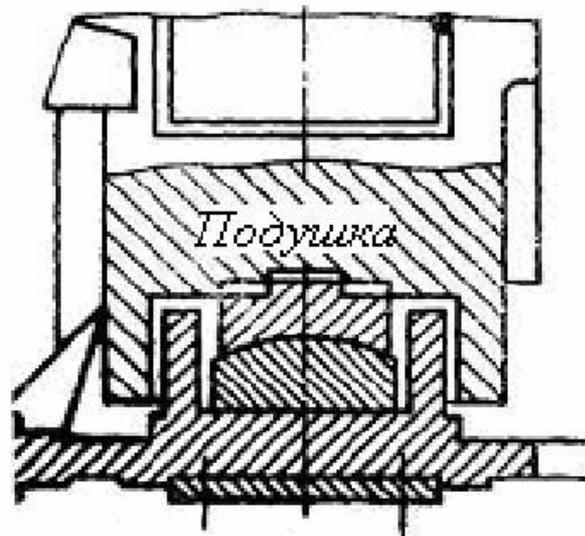
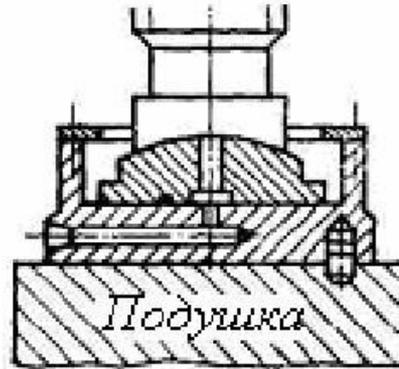


При использовании многорядных подшипников нажимные должны располагаться над серединой радиальных подшипников. В противном случае нагрузка будет распределена между рядами роликов неравномерно.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Подушки прокатных валков

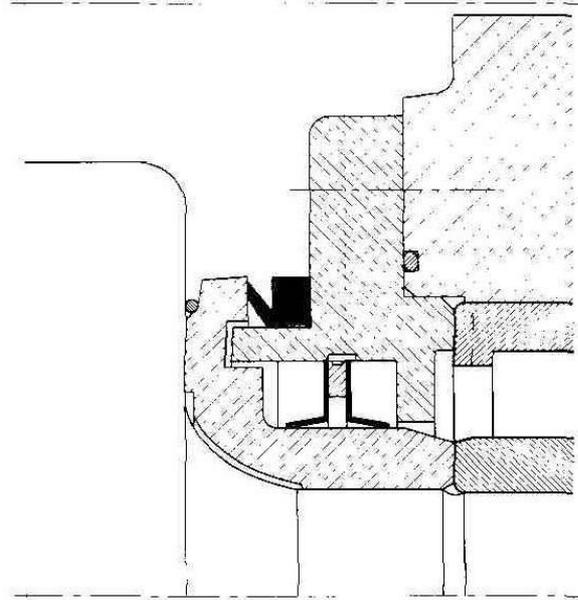


Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Уплотнения узлов валков

Уплотнения должны предотвращать проникновение в подшипник охлаждающей жидкости, прокатной окалины и других загрязнений, а также удерживать смазку в подшипнике. Конструкция уплотнений для отдельно взятого применения зависит от скорости прокатки, требований к эффективности уплотнений, свойств смазочного материала и рабочей температуры.



Осевое уплотнение отбрасывает попавшую воду. За ним следует заполненное смазкой лабиринтное уплотнение и два манжетных уплотнения. Во время эксплуатации в пространство между манжетными уплотнениями периодически добавляется консистентная смазка; таким образом, вода и окалина не могут попасть в подшипник..

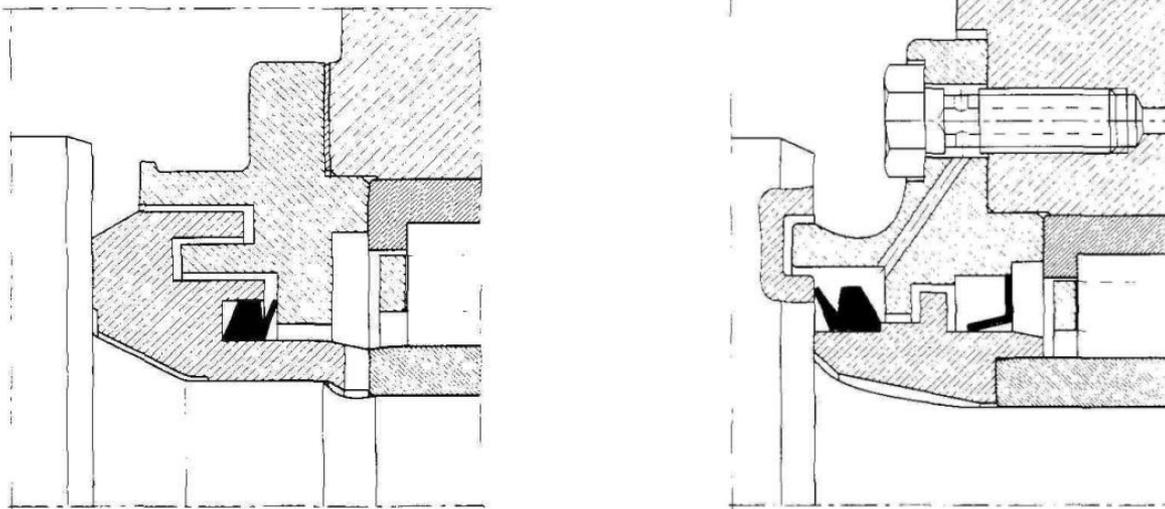
Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Уплотнения узлов валков

Расстояние между подшипником и валком обычно очень мало для того, чтобы минимизировать напряжения изгиба вала. Для установки уплотнений имеется небольшое пространство, из-за чего приходится размещать комбинированные уплотнения в радиальном направлении друг над другом.

Часто вследствие высокой частоты вращения для уплотнения подшипников проволочных станов манжетные уплотнения применяться не могут. В таких случаях используют осевые уплотнения. Кромка осевого уплотнения при высокой частоте вращения приподнимается (не контактирует с рабочей поверхностью), то есть уплотнение не изнашивается и не происходит тепловыделение.



Существуют опоры, в которых внутреннее кольцо подшипника, а при некоторых условиях и внутреннее кольцо лабиринтного уплотнения устанавливается на цапфу со свободной посадкой. В этом случае в уплотнении нуждается не только доступ к полости подшипника, но и зазор между лабиринтным кольцом и цапфой. С этой целью устанавливается осевое

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Нажимные устройства

Нажимными устройствами называют устройства для перемещения и фиксации валков в вертикальной плоскости (у клеток с вертикальными валками – в горизонтальной). Основное назначение нажимного устройства – установка требуемого зазора между валками для обеспечения заданного обжатия или размера калибра по катающему диаметру.

Вспомогательные функции – регулировка положения валков относительно уровня рольганга или валков других клеток.

У большинства клеток изменение зазора между валками осуществляется перемещением верхнего валка. Нижний валок неподвижен для постоянства уровня прокатки.

В клетях с вертикальными валками раствор валков изменяется одновременным перемещением обоих валков для того, чтобы раскат оставался на оси прокатки.

По конструкции нажимные устройства подразделяются на:

1. С ручным приводом (старые мелкосортные и проволочные станы);
2. С электрическим приводом;
3. С гидравлическим приводом.
4. С гидромеханическим приводом.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Нажимные устройства

По виду исполнительных механизмов нажимные устройства делятся на:

1. С нажимными винтами и гайками (большинство клетей).

Благодаря неподвижности гайки при вращении нажимного винта он получает поступательное движение. Несамootвинчивание под нагрузкой обеспечивается соответствующим выбором угла подъема винтовой линии резьбы.

2. С клиновым механизмом.

Клин может передвигаться винтовой парой или гидроцилиндром.

3. С гидроцилиндрами (для переустановки валков под нагрузкой).

В чистовых клетях для получения заданной геометрии металла корректировка обжатия осуществляется на ходу, поэтому нажимной механизм должен быть рассчитан на преодоление полного усилия, действующего на валки в процессе прокатки.

В черновых и промежуточных группах непрерывных сортовых станов положение валков при прокатке не изменяется; необходимое расстояние между ними, требуемое калибровкой валков, устанавливается заранее, при настройке стана.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Электромеханические нажимные устройства

Для увеличения производительности стана время, затрачиваемое на установку верхнего валка, должно быть минимальным. Поэтому перемещение верхнего валка должно происходить с большой скоростью (например, на обжимных станах эта скорость доходит до 250 мм/с). Однако на некоторых станах, скорость перемещения верхнего валка ограничивается необходимой точностью установки валков в определенном положении; поэтому эта скорость должна быть очень небольшой. Кроме того, скорость перемещения нажимных винтов зависит также от длины пути, который должен пройти нажимной винт при установке валка. На сортовых станах, где валки устанавливаются только при настройке стана, скорость перемещения валков ограничивается требуемой точностью их настройки.

Значительная разница в скоростях электромеханических нажимных устройств приводит к существенному различию в их конструкциях. Различают быстроходные (с $V_{нм} > 1$ мм/с) и тихоходные электромеханические нажимные устройства (с $V_{нм} < 1$ мм/с).

Быстроходные нажимные устройства применяются в клетях с большими перемещениями валков в паузах между проходами (обжимные станы), а тихоходные – там, где требуется высокая точность установки валков при небольшой скорости и, иногда, перемещение валков под нагрузкой (в проходе).

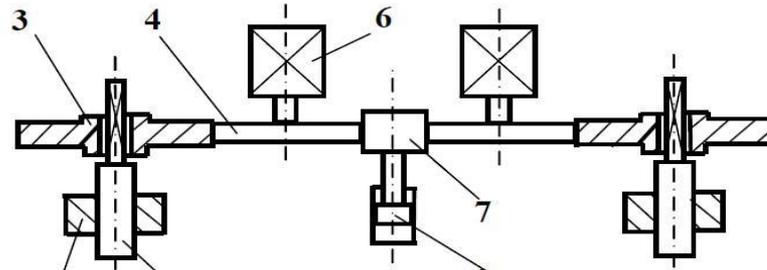
Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

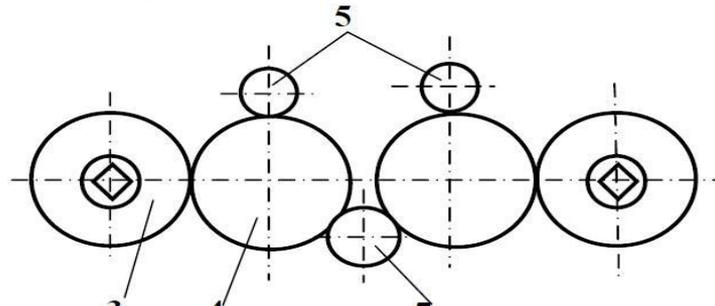
Быстроходные электромеханические нажимные устройства

Быстроходный механизм состоит из **устройства** винтов 1 и гаек 2. Хвостовики винтов имеют возможность перемещаться в ступицах зубчатых колес 3, которые посредством паразитных колес 4 сцеплены с шестернями 5, установленными на концах валов фланцевых электродвигателей 6. Механическая синхронизация движения правого и левого нажимных винтов осуществляется соединительной шестерней 7, посаженной на шток гидроцилиндра 8.

При включении электродвигателей 6 их валы вращают шестерни 5, которые приводят в движение паразитные колеса 4, которые не изменяют передаточное отношение, но меняют направление вращения.



Применение цилиндрических редукторов обусловлено тем, что для быстроходных нажимных устройств не требуется большое передаточное число редуктора. К тому же к.п.д. цилиндрических редукторов выше, чем у червячных и для своего изготовления они не требуют бронзы. Вертикальное расположение осей зубчатых колес у цилиндрических редукторов приводит к необходимости применять фланцевые электродвигатели.



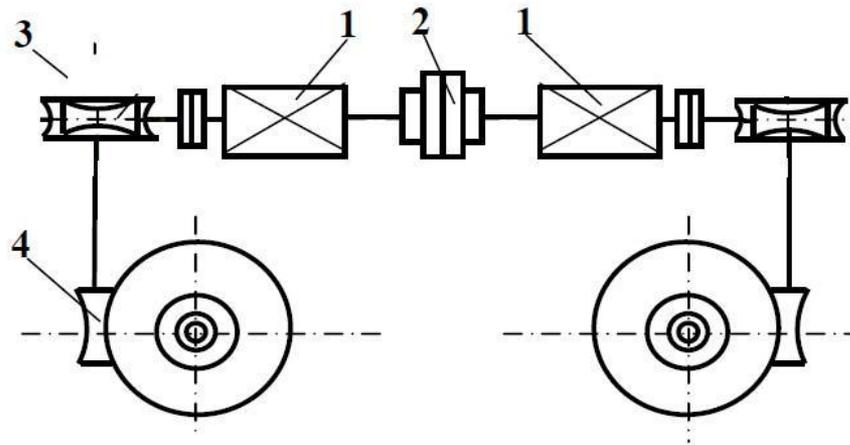
Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Тихоходные электромеханические нажимные устройства

Тихоходные нажимные устройства состоят из тех же основных элементов, что и быстроходные: нажимных винтов и гаек, редукторов и электродвигателей. Но для получения низкой скорости перемещения нажимных винтов и одновременно высокой точности их установки, а также способности преодолевать усилие прокатки для регулировки раствора в процессе работы, общее передаточное число редукторов у них очень большое - 1000÷1500. Такое передаточное число можно получить только посредством червячных редукторов.

Привод осуществляется двумя электродвигателями горизонтального исполнения 1. Механическая синхронизация нажимных винтов – посредством дистанционно управляемой электромагнитной муфты 2.



Благодаря последовательно соединенным червячным редукторам 3 и 4 общее передаточное число более 1000. Двигатели и остальные узлы НМ рассчитаны на преодоление полного усилия прокатки. Для повышения к.п.д. червячные редукторы делают с глобоидным зацеплением. В отличие от обычной червячной передачи с цилиндрическим червяком у глобоидного зацепления профиль червяка вогнутый и поэтому длина линии зацепления больше и грузоподъемность такого зацепления выше.

В современных конструкциях нажимных устройств применяют электрическую синхронизацию нажимных винтов.

Механическое оборудование прокатных станов

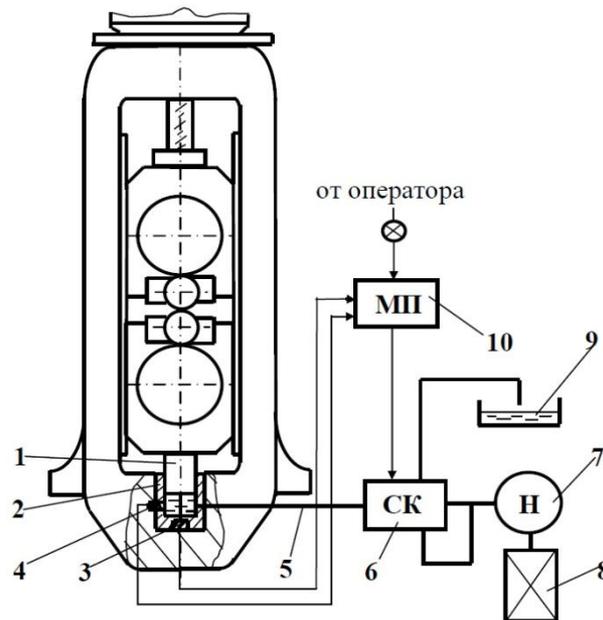
Механизмы рабочей клетки

Гидравлические нажимные устройства

Одним из недостатков электромеханических нажимных устройств является их большая инерционность: время разгона до максимальной скорости не удается сделать менее $0,5 \div 1,0$ с, а точность установки винтов – более $\pm 0,02$ мм. Быстродействие и точность гидравлических нажимных устройств значительно выше.

Состоят гидравлические нажимные устройства из двух гидроцилиндров, расположенных под подпятниками нажимных винтов или под нижними подушками.

Положение плунжеров 1 относительно цилиндров 2 контролируется датчиком хода 3. Датчик давления в гидроцилиндре может служить для измерения усилия прокатки. Рабочая жидкость (минеральное масло) подается в гидроцилиндры 2 по трубопроводу 5 через сервоклапан 6 насосом 7. Питание и сброс масла осуществляются посредством резервуара 9. Управление гидравлическим нажимным устройством производится микропроцессором 10



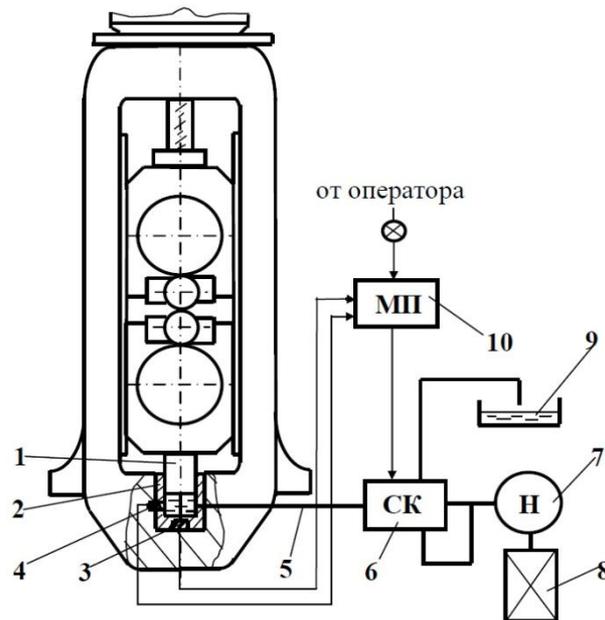
Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Гидравлические нажимные устройства

Работает гидравлическое нажимное устройство следующим образом. Во время паузы оператор устанавливает требуемую величину зазора между валками. Микропроцессор 10 подает сигнал на открытие или закрытие сервоклапана 6 и рабочая жидкость поступает в гидроцилиндры 2 или уходит из них, перемещая при этом плунжеры 1 до тех пор, пока измеренное датчиком 3 положение плунжера не станет равным заданному. Масло подается в сервоклапан 6 насосом 7, который приводится от электродвигателя 8. При сбросе давления в гидроцилиндрах 2 масло из сервоклапана поступает в резервуар 9.

При захвате металла нижние валки «проседают», т.к. модуль жесткости масла невелик. Это движение практически мгновенно компенсируется подачей масла через быстродействующий сервоклапан 6.



Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Гидравлические нажимные устройства

Благодаря гидравлическому нажимному устройству появляется возможность компенсации эффекта «всплытия» шеек валков, когда они установлены на подшипниках жидкостного трения. Т.к. толщина масляной пленки зависит от частоты вращения и усилия прокатки, то зная эти параметры, можно используя заложенные в компьютере зависимости, выработать соответствующее управляющее воздействие на сервоклапан 6.

Однако главным достоинством гидравлических нажимных устройств является компенсация изменений упругой деформации рабочей клетки от изменения усилия прокатки с целью получения профиля с высокой точностью.

При повышении усилия прокатки, например от пониженной температуры в данном сечении раската, раствор между валками увеличивается и толщина растет. Это увеличение фиксируется датчиком 3, который подает сигнал на микропроцессор для сброса масла через сервоклапан.

Сброс масла из гидроцилиндров происходит до тех пор, пока раствор валков не станет равным заданному. При уменьшении зазора между валками сервоклапан подкачивает масло в гидроцилиндры до восстановления исходной величины раствора валков. Гидравлические нажимные устройства применяют, когда нужно быстро и точно переместить валки на небольшое расстояние.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Гидромеханические нажимные устройства

Создание гидравлических нажимных устройств с большими ходами затруднено из-за понижения стойкости уплотнений гидроцилиндров при высоких скоростях поэтому на современных станах в таких случаях применяются гидромеханические нажимные устройства. Нажимные винты с обычным электроприводом и червячными редукторами сохраняются и ими пользуются только при грубой настройке валков. Для точного регулирования раствора валков используются гидроцилиндры.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Уравновешивающие устройства

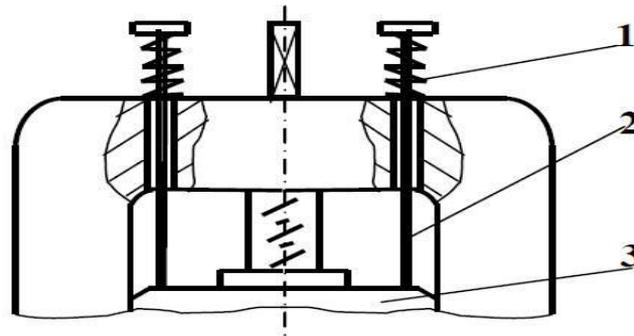
Верхний узел валков необходимо поджимать к пятам нажимных винтов во избежание появления ударных нагрузок при выборе люфтов во время захвата металла валками. Для этой цели используются уравновешивающие устройства. Известны уравновешивающие устройства 3-х типов: грузовые (сейчас не применяются), пружинные и гидравлические.

Пружинное уравновешивание

Применяется, когда не требуется большой ход валков (до $50 \div 100$ мм) и когда уравновешиваемые массы невелики. Поэтому этот вид уравновешивания используется в основном на заготовочных, сортовых станах. Усилие уравновешивания создается спиральными и реже, при очень малых перемещениях, – тарельчатыми пружинами. Расположение пружин бывает в двух вариантах:

1. Выше подушек на поперечинах станин. Создаваемое пружинами 1 усилие уравновешивания посредством тяг 2 передается подушкам 3.

Этот вариант применяется в тех случаях, когда габариты пружин настолько велики, что их невозможно разместить между подушками в проеме станин.



2. Между верхними и нижними подушками.

Этот вариант приемлем, когда уравновешиваемые массы невелики и поэтому невелики и габариты пружин. Недостатки пружинного уравновешивания, помимо малой величины хода уравновешивания – небольшая величина создаваемого усилия и «проседание» валков с течением времени вследствие ползучести металла пружин.

Механическое оборудование прокатных станов

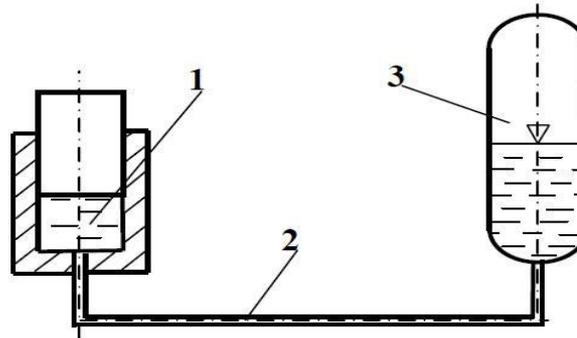
Механизмы рабочей клетки

Уравновешивающие устройства

Гидравлическое уравновешивание

Применяется при любых перемещениях валков и нагрузках. Не обладает недостатками пружинного уравновешивания, работает бесшумно и плавно, имеет сравнительно малые габариты и поэтому получило преимущественное распространение.

Гидравлические уравновешивающие устройства состоят из исполнительных гидроцилиндров 1, трубопровода 2 и гидроаккумулятора 3.



Гидроцилиндры относительно подушек могут располагаться в двух вариантах, аналогично пружинному уравновешиванию.

Работает гидравлическое уравновешивание следующим образом.

Компрессором в пневмогидроаккумулятор 3 подается сжатый воздух. При подъеме и опускании валка рабочая жидкость (преимущественно минеральное масло) перетекает под давлением через трубопровод 3 в гидроцилиндры 1 и обратно, создавая усилие уравновешивания на плунжерах гидроцилиндров.

Недостатком пневмогидроаккумуляторов является растворение воздуха в рабочей жидкости, что отрицательно сказывается на работе гидросистем. Поэтому применяются пневмогидроаккумуляторы с резиновыми мембранами, разделяющими воздух и масло.

На старых станах еще применяются грузовые гидроаккумуляторы, в которых давление создается грузами.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Механизмы для осевой регулировки и фиксации валков

Валки нужно устанавливать в требуемое положение не только в вертикальной, но и в горизонтальной плоскости. Для этой цели используются специальные механизмы.

У сортовых станов точная осевая регулировка валков с последующей их фиксацией необходима для образования калибров.

Известно довольно много разных конструкций для осевой установки и фиксации валков, но все они могут быть разделены на две группы:

1. С фиксацией с обеих сторон рабочей клетки;
2. С фиксацией только с одной стороны.

Типичным представителем первой группы является механизм установки с фланцами на подушках.

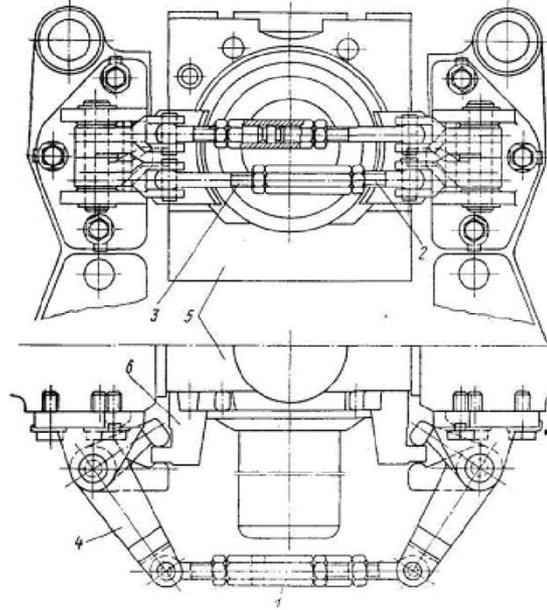
Для осевого перемещения валка нужно закручивать гайки на болтах с одной стороны и, одновременно, откручивать с другой. Это создает немалые неудобства при обслуживании. Кроме того, из-за фиксации подушек с двух сторон, для теплового удлинения валка требуются специальные способы установки подшипников.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Механизмы для осевой регулировки и фиксации валков

Механизм с двойной рычажной системой



При вращении гайки *1* резьбовые тяги *2* и *3* (одна с левой резьбой, другая с правой) раздвигаются или, наоборот, смыкаются поворачивая рычаги *4*. Рычаги *4* лапами удерживают подушку *5* за заплечики и при вращении перемещают ее в требуемом направлении. Предел регулирования валка в осевом направлении ± 10 мм.

Рабочий валок фиксируют установочным механизмом только с одной неприводной стороны, где имеется доступ к механизму.

Устройство для осевой регулировки валка спаренное: одно предназначено для смещения валка в одном направлении, например в сторону привода, другое — в обратном.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Станины рабочих клеток

Станины рабочей клетки - самые ответственные детали прокатного стана. В них монтируют подушки валков стана, а также другие устройства и механизмы, обеспечивающие заданные режимы прокатки. Все усилие прокатки воспринимается станинами. Даже при коренной реконструкции прокатного цеха она, как правило, не требует сколько-нибудь заметных изменений в конструкции. Станина предназначена для длительной эксплуатации, поэтому при конструировании и изготовлении станин особое внимание уделяется их прочности и жесткости.

По конструкции станины делят на две группы: закрытого и открытого типа.

Станина закрытого типа представляет собой литую массивную жесткую раму; в середине ее сделано окно для установки в нем подушек валков, внизу станина имеет приливы (лапы). В приливах предусмотрены отверстия для болтов, которыми станину крепят к плитовинам.

Станины этого типа, как более прочные и жесткие, применяют в рабочих клетях обжимных станов и иногда заготовочных и сортовых станов.

Станина открытого типа состоит из двух частей: собственно станины и крышки. Крышку скрепляют со станией болтами и клиньями, устанавливаемыми с затяжкой.

Эти станины характеризуются меньшей жесткостью по сравнению со станинами закрытого типа, однако они дешевле в изготовлении и позволяют осуществлять перевалку валков непосредственно краном (вверх) при снятой крышке. Станины этого типа применяли в клетях сортовых станов.

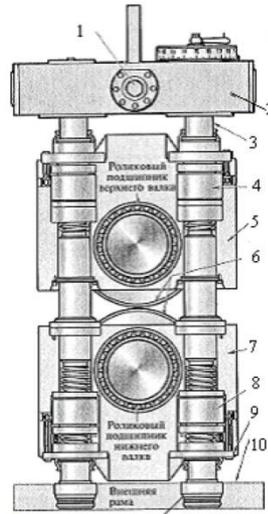
Современные тенденции конструирования прокатных клеток – использование станин закрытого типа для тяжело нагруженных клеток обжимных станов и черновых клеток непрерывных сортовых станов (иногда используют консольные клетки, использование бесстанинных клеток в качестве остальных клеток дуо, использование консольных многоклетевых блоков в качестве чистой группы клеток на мелкосортных и проволочных станах.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Бесстанинная клетка

Стремление достичь максимально возможной жесткости клетки привело к созданию бесстанинных клеток.



Взаимное перемещение опор (подушек, ~~вертикальных~~ и верхних валков осуществляется с помощью двух пар приводных винтов 3, расположенных с противоположных сторон клетки и вращающихся в верхней и нижней гайках.. Гайки 4,8, закрепленные соответственно в верхней и нижней опоре валков, имеют противоположное направление резьбы.

Синхронное вращение винтам передается от общего приводного вала 1 через червячные редукторы, расположенные в корпусе 2. При вращении винтов опоры прокатных валков 5,7 сближаются или удаляются друг от друга, что обеспечивает изменение зазора между валками. При этом опоры верхнего и нижнего валков может скользить вдоль винтов. Нижняя подшипниковая опора 11 винта установлена во внешней раме 10. Внешняя рама воспринимает осевые нагрузки на болты и тем самым разгружает направляющие винтов. В данном случае приводной винт одновременно выполняет роль замыкающей колонны станины прокатной

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Устройства для смены валков

Смена валков (перевалка) является операцией, необходимой для нормального ведения технологического процесса и предупреждения поломок валков.

Износ валков сортовых станов приводит к изменению формы калибров, следовательно, размеров поперечного сечения раскатов. Перевалку сортовых клеток производят также при переходе на прокатку другого профиля в связи с изменением калибровки валков.

Перевалки требуют определенного времени, что снижает производительность стана. Поэтому их стараются делать за минимальное время, используя специально для этого предназначенные устройства и механизмы.

Чтобы сократить длительность смены валков на сортовых станах, где количество клеток обычно велико, перевалку делают вместе с клетями. Для этого в цехе имеется второй комплект клеток, в которые на стендах "заваливают" новые валки заранее. После смены из старых клеток изношенные валки также на стендах извлекаются из клеток.

В настоящее время перевалка как правило осуществляется специальными механизмами для смены узлов валков в сборе. Применяется этот способ для перевалок у крупных клеток, с валковыми комплектами большой массы. Обеспечивается замена всего комплекта валков, что сокращает длительность перевалки.

Механическое оборудование прокатных станов

Механизмы рабочей клетки

Привалковая арматура

Привалковая арматура используется для задачи металла в валки в требуемом положении и вывода его из валков. Состоит из проводок, линеек, станинных роликов или рольгангов.

Проводки - устройства для направления сортового проката при входе и выходе из валков. Проводки со стороны входа металла в валки называются вводными, а со стороны выхода - выводными. Крепятся проводки на проводковых брусках, которые фиксируются в вертикальных пазах станин. Крепление должно быть надежным во избежание срыва проводок и затягивания их в валки.

У крупных реверсивных станов вместо проводок устанавливаются станинные ролики или станинные рольганги. Вводные проводки не должны соприкасаться с валками.