

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ

7.1. ЗАГОТОВОЧНЫЕ СТАНЫ

7.1.1. ОБЖИМНЫЕ СТАНЫ

К обжимным станам относят *блюминги* и *слябинги*. На большинстве металлургических заводов, где налажено производство стали, обжимные станы перерабатывают крупную литевую заготовку (слиток) в заготовку, предназначенную для дальнейшей прокатки в сортопрокатных, трубoproкатных и листoproкатных цехах. Таким образом, и блюминг и слябинг являются головными прокатными станами, в основном определяющие объемы выпуска товарной продукции.

Блюминг производит квадратную заготовку - блюм размером $100 \times 100 \div 400 \times 400$ мм, потребителями которой являются заготовочные непрерывные станы (устанавливаемые непосредственно за блюмингом) сортопрокатные и проволочные станы, а также трубoproкатные станы. Продукция слябинга – сляб, заготовка для листoproкатных цехов размером $100 \div 300 \times 600 \div 2300$ мм.

Нагрев слитков перед прокаткой осуществляется в отделение нагревательных колодцев, в котором слитки, поступающие из разливочного отделения сталеплавильного цеха, нагреваются (подогреваются) перед прокаткой. Нагревательные колодцы являются «воротами» обжимных цехов. Нагревательные колодцы выполнены в виде камер, в которые слитки краном клещевого типа загружают в вертикальном положении, благодаря чему достигают равномерного нагрева металла и обеспечивают возможность выгрузки слитков из колодцев тем же краном.

Обычно два или четыре колодца образуют одну группу. Применяют также и одинарные колодцы больших размеров.

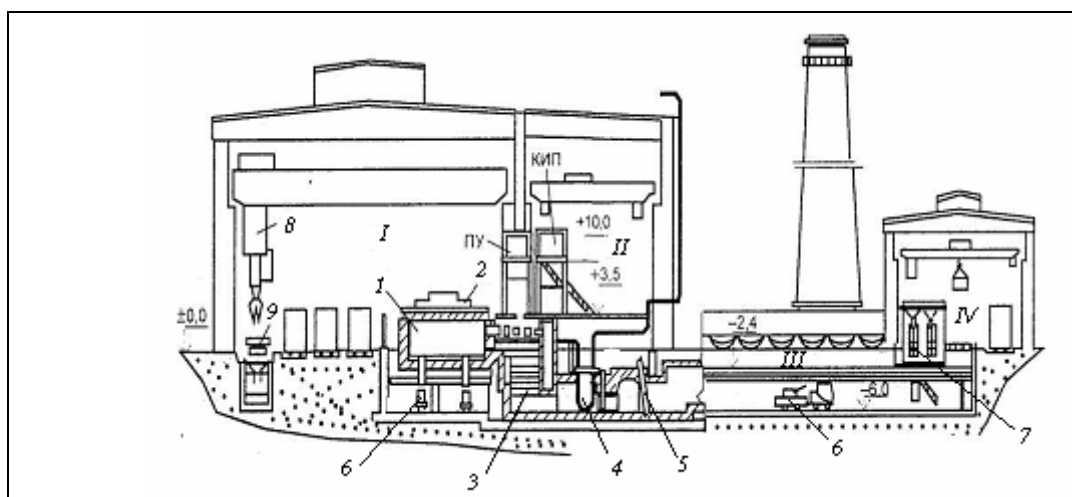


Рис.7.1. Поперечный разрез по зданию отделения нагревательных рекуперативных колодцев: I- главный пролет; II-вспомогательный пролет; III- двухъярусная галерея; IV—помещение для заправочных материалов; 1 — нагревательная ячейка; 2 — напольно-крышечный кран; 3 и 4 — керамический и металлический рекуператоры; 5 — дымовой шибер; 6 — ковш для шлака; 7 — тележка для коксика и огнеупоров; 8 — колодцевый кран; 9 — слиткоподача

В

обжимных цехах применяют рекуперативные колодцы (садкой $100 \div 200$ т) с нижним или верхним подогревом, отапливаемые смесью доменно

го газа с коксовым, теплота сгорания которого $5900 \div 8380$ кДж/кг.

На рис.7.1 приведен поперечный разрез по зданию отделения нагревательных колодцев

В целях экономии топлива и более форсированного нагрева необходимо в колодцы загружать слитки с температурой $800 \div 900$ °С. Для дополнительного подогрева слитков до температуры 1260—1360 °С и выдержки (томления) при этой температуре потребуется 2,5—3,5 ч. Если же в колодцы загружать холодные слитки (с температурой 200—300 °С), то для нагрева их потребуется время в 2—2,5 раза больше, чем при холодном саде.

Производительность колодца при нагреве слитков из средне углеродистой стали (по данным опыта) составляет 15—18 т/ч для горячих и 8—10 т/ч для холодных слитков.

Нагревательные колодцы сверху герметически (через песочные затворы) закрывают крышками, представляющими собой свод из огнеупорного кирпича, набранного в металлическом каркасе. Операции по открыванию и закрыванию крышки колодца выполняют специальные напольные краны.

Снятие горячих слитков с железнодорожных платформ, поданных из отделения разливки, посадку их в нагревательные колодцы, выемку из колодцев и посадку в слитковоз выполняют специальные мостовые (клещевые) краны грузоподъемностью до 50 т.

Современными обжимными станами являются реверсивные одноклетевые слябинги, блюминги и блюминги-слябинги с горизонтальными прокатными валками диаметром 1150—1500 мм производительностью до 3—6 млн. т в год. На этих станах скорость прокатки достигает 5—6 м/с, а масса прокатываемых слитков достигает 10—22 т.- на блюмингах и 40—45 т.- на слябингах и блюмингах-слябингах.

Пропускная способность участков производства блюмов и слябов определяется производительностью обжимного стана и мощностью отделения нагревательных колодцев

Схемы расположения оборудования слябингов и блюмингов в основном идентичны; только у слябингов вместо рабочей двухвалковой клетки (как у блюминга) устанавливают универсальную рабочую двухвалковую клетку, а конструкции оборудования отличаются главным образом своими размерами и техническими характеристиками.

В этом не трудно убедиться, изучив расположение оборудования того и другого стана на рис.7.2 и рис.7.3.

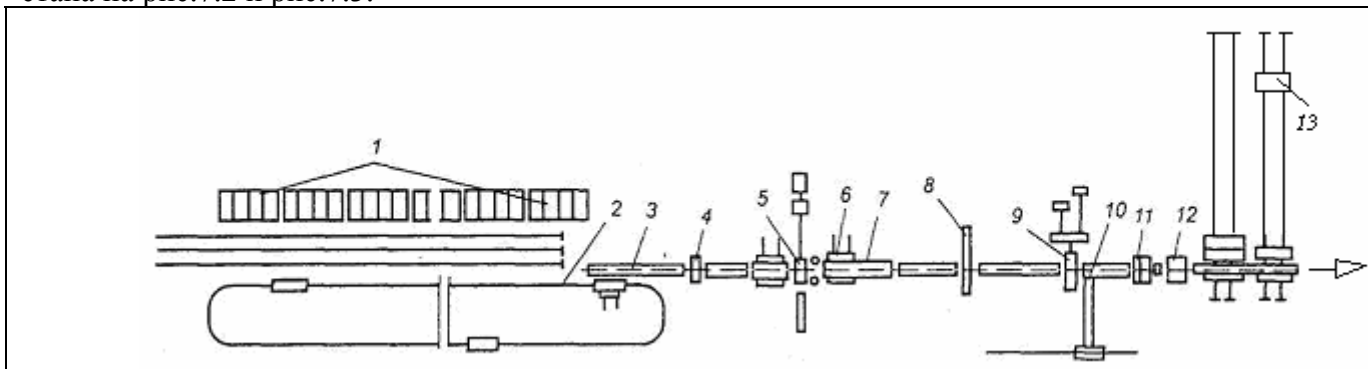


Рис.7.2. Схема компоновки оборудования слябинга 1250:

1 - нагревательные рекуперативные колодцы; 2-кольцевая слиткоподача; 3-приемный рольганг; 4 и 12- весы соответственно для слитков и слябов; 5- универсальная рабочая клетка 1250; 6- манипулятор с кантователем; 7 - рабочие рольганги; 8 - МОЗ; 9 – ножницы, 28МН; 10 - конвейер уборки обрезей; 11 - клеймитель; 13 -уборочные устройства

Слябинги применяют только для прокатки слябов, поэтому горизонтальные валки рабочей клетки выполняют гладкими (цилиндрическими). Для получения широких слябов правильного прямоугольного сечения с ровными боковыми гранями в рабочей клетке слябинга, кроме горизонтальных валков, предусмотрены еще вертикальные валки (расположенные перед или за горизонтальными), поэтому такую клетку называют универсальной.

В состав слябинга входят: кольцевая слиткоподача; приемный рольганг с весами для слитков; универсальная рабочая клеть 1250 с манипуляторами, кантователем и рабочими рольгангами; машина для огневой зачистки; ножницы горячей резки усилием резания 28 МН с конвейером уборки обрезков; весы для слябов; клеимитель и устройства для уборки слябов на склад и передачи к непрерывному широкополосовому стану 2000 горячей прокатки.

Технологический процесс прокатки на слябинге 1250 и характеристика оборудования стана следующие.

Слитки загружают колодцевыми кранами в колодцы для нагрева до температуры 1250—1280 °С и затем с помощью тех же колодцевых кранов слитки вынимают из колодцев и загружают на один из слитковозов, который по кольцевому пути транспортирует горячий слиток к приемному рольгангу стана со скоростью до 5 м/с. После остановки слитковоза у приемного рольганга слиток в горизонтальном положении сталкивают на рольганг. Предусмотрена также возможность подачи слитков к стану колодцевым краном. В этом случае слиток устанавливают в люльку стационарного опрокидывателя, расположенного перед приемным рольгангом. Время опрокидывания люльки 8 с.

С приемного рольганга слиток передают со скоростью до 1,2 м/с на весовой рольганг, где металл взвешивают и при необходимости поворачивают на 180° (для задачи слитка в валки клетки узким концом) в горизонтальной плоскости. Механизм взвешивания и поворота слитка расположен над рольгангом. Грузоподъемность весов 40 т, длительность цикла взвешивания и поворота слитка на 180° составляет 25 с.

По рольгангу слиток поступает к рабочей клетке в положении «на ребро» для получения при прокатке в горизонтальных валках необходимой ширины сляба и удаления окалины с широких граней слитка. Затем слиток кантуют на 90° и ведут прокатку при заданном режиме температуры (в интервале 1250—1000 °С), обжатий (до 70—80 мм за пропуск) и средней скорости (от 2,0 до 4,2 м/с).

Прокатка ведется как по одному, так и по два слитка одновременно: ритм прокатки в первом случае составляет около 100—140 с, во втором 150—200 с.

Рабочая клетка имеет горизонтальные валки диаметром 1250 мм и длиной бочки 2400 мм; каждый валок приводится во вращение от индивидуального двухъякорного электродвигателя постоянного тока мощностью 2х3750 кВт с частотой вращения 45—80 об/мин; раствор валков до 2100 мм. Вертикальные валки диаметром 1000 мм и длиной бочки 2300 мм расположены за горизонтальными (по ходу прокатки) и имеют также индивидуальный привод от двух электродвигателей постоянного тока вертикального исполнения мощностью 2500 кВт и частотой вращения 60/110 об/мин каждый; раствор валков колеблется в пределах 750—2400 мм.

По обе стороны рабочей клетки установлены рабочие и раскатные рольганги с диаметром роликов 600 мм и шагом 900—950 и 800 мм соответственно, обеспечивающие скоростью прокатки до 5 м/с. Привод всех роликов рабочих рольгангов осуществляется от индивидуального электродвигателя через зубчатую муфту. Привод раскатных рольгангов групповой — через трансмиссионную коническую передачу.

Манипулятор снабжен четырьмя линейками из стального литья, расположенными перед рабочей клеткой и за ней. Каждая из четырех линеек имеет две штанги, которые опираются со стороны рольганга на опорные ролики, а с другой стороны — на бандажи шестерен привода. Синхронизация линеек перед и за клеткой механическая, посредством промежуточного вала с зубчатыми муфтами. Раствор линеек составляет 750—3300 мм, а скорость передвижения их 0,6—1,2 м/с.

Кантователь установлен только за вертикальной клеткой и предназначен для кантовки слитка на 90° вокруг его продольной оси с помощью четырех крюков, смонтированных в линейку манипулятора. Время подъема крюков 2 с.

После прокатки раскат подают к машине для огневой зачистки горячего металла (МОЗ) в потоке стана, в которой могут быть зачищены либо все четыре продольные грани, либо две широкие или две узкие (в зависимости от состояния поверхности металла). Темпера-

тура зачищаемого металла 950—1150°C, глубина зачистки 0,8—3 мм и скорость 0,25—1,0 м/с.

Машина передвижная и может быть выведена за 50 с из линии стана (за период прохождения раската, не требующего зачистки, или для ремонта) в перпендикулярном направлении; при этом на место машины устанавливают не приводной ролик.

Зачищенный раскат по рольгангу поступает к ножницам горячей резки, на которых обрезают концы раскатов, а также осуществляют резку раската на мерные слябы. Ножницы эксцентрикового типа с параллельными ножами и с нижним резом усилием 28 МН имеют длину ножей 2100 мм, ход ножей 450 мм; максимальное число резов в минуту 5—8. Привод ножниц осуществляется от двух электродвигателей мощностью 1875 кВт каждый и частотой вращения 25/30 об/мин через цилиндрический редуктор и универсальный шпindel, соединяющийся с верхним эксцентриковым валом. Состав оборудования ножниц: сталкиватель обрези; отодвигающийся рольганг; скребковый наклонный конвейер для уборки обрезков длиной до 700 мм и массой до 2 т (скорость транспортирования до 0,1 м/с); передвижной упор; установленный за ножницами и предназначенный для остановки раската при порезке его на мерные длины (2500—10 500 мм).

За ножницами слябы клеймят как с остановкой, так и без остановки сляба. Устройство состоит из двух клеймителей, расположенных на общей площадке над рольгангом. Число клеймений 10 в минуту; максимальное число клейм в комплекте 12. Смена клейм ручная.

После клеймения готовые слябы взвешивают на рычажных весах грузоподъемностью 40 т (число взвешиваний до 300 в час) и передают по рольгангу к уборочным устройствам, где слябы сталкивателем перемещают с рольганга на штабелирующий стол для укладки слябов в пакет, а затем тележкой (грузоподъемностью 120 т) пакет слябов передают в поперечном направлении либо на склад слябов для охлаждения, осмотра и выборочной зачистки, либо к загрузочному устройству нагревательных печей непрерывного широкополосового стана горячей прокатки.

Слябы по рольгангу могут транспортируются (без промежуточного подогрева) и непосредственно к черновым клетям широкополосового стана. На слябинге предусмотрены средства для уборки скрапа и окалины. Стан оборудован также системами смазки и охлаждения механизмов и машин, гидро- и пневмоустройствами, электроприводами и системами комплексной автоматизации по отдельным участкам.

Проектная производительность слябинга 1250 составляет 6 млн. т в год (по слиткам), масса механического технологического оборудования 8850 т и суммарная установленная мощность электрооборудования 40 400 кВт.

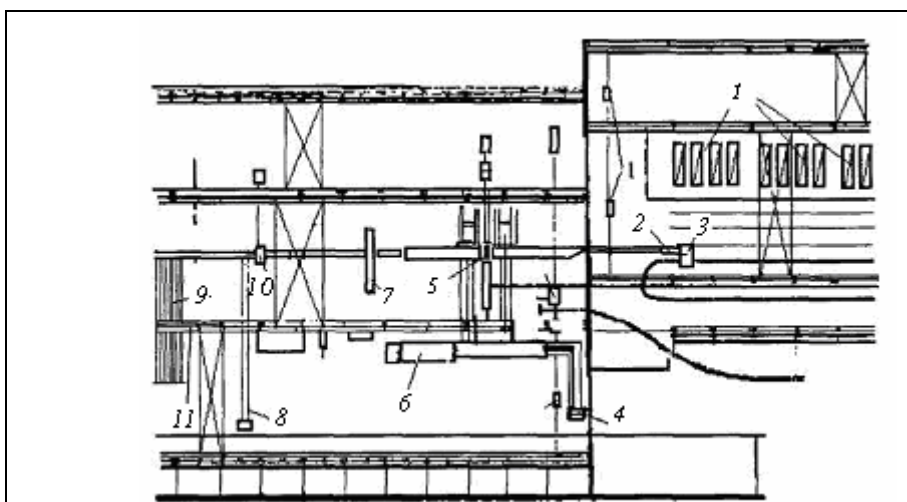


Рис.7.3. Схема расположения оборудования блюминга 1300 ОАО «Северсталь»:

- 1— нагревательные колодцы; 2— приемный рольганг с боковым сталкивателем слитков; 3 — слитковоз (кольцевая подача);
- 4— бункер для окалины; 5— блюминг; 6 — колодец для окалины;
- 7— машина огневой зачистки (перенесена на НЗС); 8— конвейер

для обрезков; 9 — шлеппер для готовых блюмов и слябов;
10 — ножницы; 11 — рольганг к НЗС

Блюминги
применяют для
прокатки блюмов и

частично слябов (до 20—30 % от всего сортамента), поэтому горизонтальные валки рабочей клетки выполняют калиброванными с несколькими калибрами, из которых один (широкий калибр) для прокатки слябов располагают, как правило, посередине бочки валков.

На рис. 7.3 показана схема расположения оборудования блюминга 1300 конструкции УЗТМ, предназначенного для прокатки блюмов сечением 300x300—350x450 (!) и слябов с 100—200 мм и шириной 700—1000 мм из слитков массой 8—14,5 т. со скоростью до 6 м/с.

Диаметр валков блюминга 1300 мм (по буртам калибров) и длина бочки 2800 мм. Каждый рабочий валок снабжен индивидуальным приводом от электродвигателя постоянного тока мощностью 6800 кВт, 0—60—90 об/мин, с номинальным моментом 1,1 МН·м.

Обжатие слитка осуществляется за 9—13 реверсивных проходов. Для получения блюмов применяют слитки квадратного (или близкого к нему) сечения и в процессе обжатий слитка его периодически кантуют на 90°. Так как кантователь располагают на линейке манипулятора с передней стороны стана, то кантовку осуществляют через 2—4 пропуска, т. е. после четных проходов.

При прокатке на обжимных станах с целью увеличения производительности стремятся применять максимальные обжатия за каждый пропуск (90—120 мм). Однако максимальное обжатие при прокатке ограничивается максимальным углом захвата.

Для зачистки поверхности горячих блюмов и слябов (удаления трещин, закатов окалина и шлака и т. п.) в потоке металла за рабочей клетью в линии рольганга установлена машина для огневой зачистки.

Эта машина предназначена для зачистки на ходу, блюмов сечением до 380x450 мм и слябов шириной до 1000 мм и состоит из двух кареток, которые могут перемещаться на катках по рельсам перпендикулярно направлению движения металла. На каретках установлены газорезущие головки с горелками. При движении блоков с горелками к металлу включается подача кислорода и горючего газа (ацетилен или природного газа), загорающихся от горячего металла. На поверхности металл оплавляется и в этот момент включается подача кислорода, в результате чего осуществляется сплошная огневая зачистка металла со всех четырех сторон. Одновременно включается система для гидросбива образующегося шлака водой высокого давления (3000 кПа). Газорезущие головки снабжены щелевидными легко-заменяемыми горелками, расположенными под углом 25° к поверхности металла. Если после прокатки зачистка блюмов и слябов не требуется, обе каретки отводятся от рольганга в противоположные стороны при помощи цилиндров. Режим работы машины автоматизирован. При огневой зачистке сжигается поверхностный слой металла толщиной 1,5—2,5 мм; потери металла составляют 1—2,5 %.

Следует отметить, что на некоторых блюмингах за рубежом, прокатывающих слитки из легированной стали, вместо машины для огневой зачистки установлены фрезерные многорезцовые станки для механической зачистки (снятия стружки) горячих блюмов.

За машиной для огневой зачистки блюмов и слябов установлены ножницы с нижним резом усилием 12 МН. Чтобы уменьшить число немерных обрезков при резании блюмов и слябов на мерные длины (1200—6000 мм), ножницы управляются ЭВМ посредством датчиков измерения общей длины полосы до резания.

При резании ножницами блюмов и слябов на мерные длины обрезки от их головной и хвостовой частей составляют 10—15 % (по массе). При производительности блюминга 450—600 т/ч от ножниц необходимо убирать 50—80 т/ч обрезков. Уборка осуществляется конвейером с непрерывной загрузкой обрезков в цельнометаллические железнодорожные платформы грузоподъемностью до 100 т.

Цепной скребковый конвейер расположен поперек станowego и скрапного пролетов. Приемная часть конвейера находится в первом пролете ниже уровня пола цеха, а разгрузочная наклонная часть конвейера — в скрапном пролете с железнодорожным путем для платформ. По наклонному желобу у ножниц обрезки падают вниз и попадают на приемную плиту. Скребки, прикрепленные к звеньям боковых цепей, перемещают горячие обрезки массой до 1,5 т каждый по промежуточным плитам к разгрузочному желобу, с которого обрезки падают непосредственно в полужакрытую платформу.

Клеймение блюмов и слябов в торец после резки на ножницах осуществляется на ходу автоматическим рычажным клеймителем с дистанционной сменой клейм. Клеймениеобрези также автоматизирована. Для этого перед ножницами установлен дисковый клеймитель, который непрерывно наносит клейма на поверхность движущихся блюмов или слябов на определенном отрезке их головной и хвостовой частей. После порезки на ножницах и их клеймения блюмы по рольгангу направляются на дальнейшую прокатку (на непрерывный заготовочный стан 900/700/500), а слябы (в количестве, составляющем около 10—15 % от общей производительности стана) сталкиваются толкателем на штабелирующий стол и затем передаются тележкой или краном на склад для охлаждения и зачистки. Для обслуживания рабочей клетки в становой пролете установлен мостовой кран тяжелого типа грузоподъемностью 125 т.

Проектная производительность блюминга 1300 составляет 6,0 млн. т в год; масса-механического оборудования 5500 т и общая мощность главных электродвигателей стана 13 600 кВт.

Одноклетьевой реверсивный блюминг 1500 выполнен по схеме расположения оборудования, аналогичной блюмингу 1300, с отделением нагревательных колодцев и кольцевой слиткоподачей.

Главная линия блюминга включает рабочую клетку с диаметром валков 1500 мм (по буртам) и длиной бочки валков 3550 мм с приводом от двух индивидуальных электродвигателей постоянного

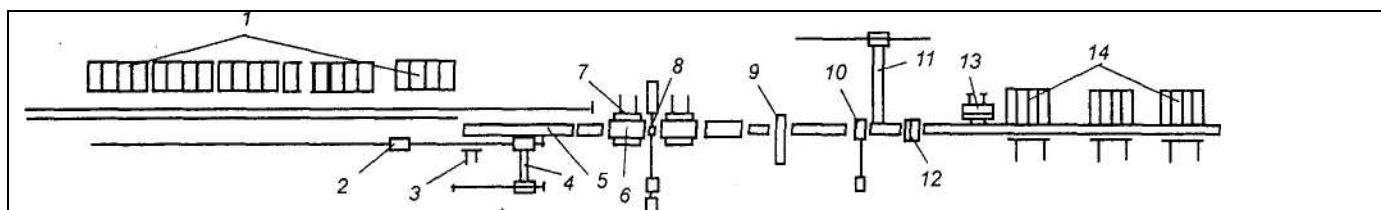


Рис.7.4.Схема расположения оборудования блюминга – слябинга 1500: 7 - нагревательные рекуперативные колодцы; 2 - слитковоз; 3 - сталкиватель слитков; 4 - устройство для смены слитковозов; 5 и 6 - приемные и рабочие рольганги; 7- манипулятор с кантователем; 8- рабочая клетка 1500; 9 - МОЗ; 10 - 16-МН ножницы; 11 - конвейер уборки обрезки; 12 - клеймитель; 13 - штабелер слитков; 14 - уборочные устройства для блюмов

тока мощностью по 7000 кВт каждый и частотой вращения 53/90 об/мин; высота подъема верхнего валка 1500 мм.

Проектная производительность блюминга 1500 составляет 3,0 млн. т. в год, масса механического оборудования около 8650 т.

Для резки раската на мерные длины за рабочей клеткой установлены ножницы с максимальным усилием резания до 16 МН и числом резов 4—12 в минуту. Привод ножниц - напрямую от одного электродвигателя мощностью 3400 кВт,

250б /мин. Размер отрезаемых полос регулируется автоматически.

В потоке стана между рабочей клетью и ножницами предусмотрена установка машины для огневой зачистки слябов.

Машины непрерывного литья заготовок

Преимущества непрерывной разливки стали по сравнению с разливкой в обычные изложницы заключаются в сокращении числа технологических операций, увеличении выхода годного металла (выход сортовой заготовки и слябов спокойной стали увеличивается на 10—14 % от массы разливаемого металла), улучшении качества литого металла, в первую очередь вследствие снижения химической неоднородности из-за более быстрого затвердевания малых по сечению отливаемых слитков, возможности широкой автоматизации процесса, улучшении условий труда при разливке, отказе от блюмингов, слябингов, дворов изложниц, стрипперных отделений и сокращении территории предприятия. Непрерывная разливка стали дала возможность организовать непрерывный, высокопроизводительный процесс производства непрерывнолитых заготовок, по профилю и размерам пригодных для непосредственного использования на сортовых и листовых станах.

Типы МНЛЗ и их применение

Для производства непрерывных заготовок используются МНЛЗ, построенные по разным принципиальным схемам. Промышленное применение получили вертикальные,

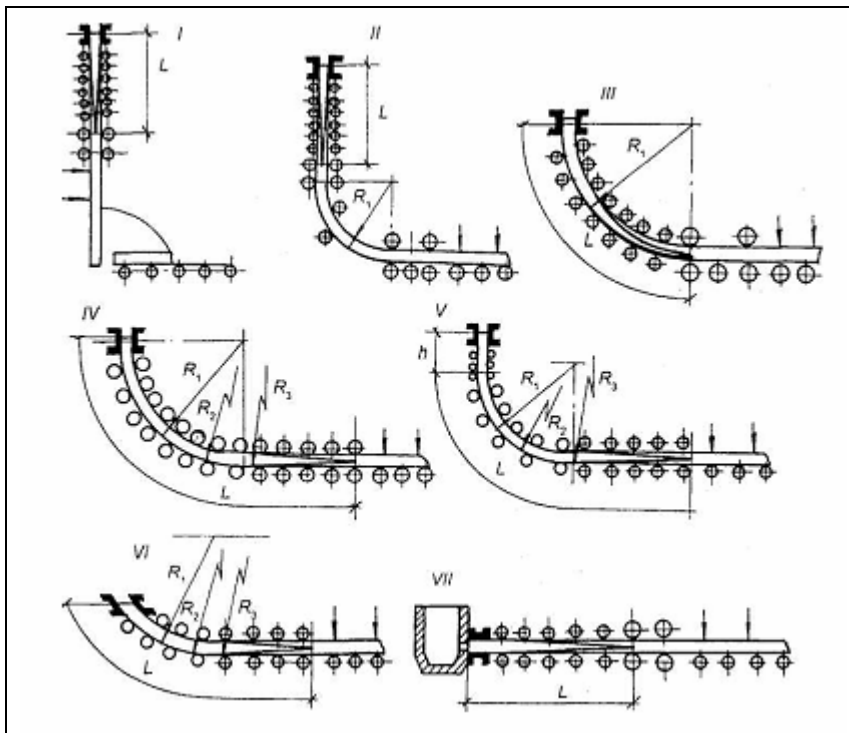


Рис.7.6. Принципиальные схемы промышленных МНЛЗ:

I — вертикального типа; II — вертикального типа с изгибом заготовок; III — радиального типа; IV — МНЛЗ криволинейного типа; V — криволинейного типа с прямым кристаллизатором; VI — наклонно-криволинейного типа; VII — горизонтального типа; L — металлургическая протяженность, R, — базовый радиус МНЛЗ, R₂, R₃ — радиусы выпрямления отливаемого слитка

вертикальные с изгибом полностью затвердевшей заготовки, радиальные, криволинейные, криволинейные с прямым кристаллизатором, горизонтальные, наклонно-криволинейные (рис.7.6).

Все

невертикальные МНЛЗ (за исключением горизонтальных) иногда объединяют под общим названием: *МНЛЗ криволинейного типа*, поскольку они имеют ряд близких свойств.

К опытно-промышленным и опытным установкам следует отнести: двухвалковые с заливкой металла в зазор между валками, одновалковые с подачей металла на один валок большего диаметра, ленточные, роторные, конвейерные (рис.7.7)

Первоначально на практике применялись только вертикальные

МНЛЗ. Чтобы обеспечить полное затвердевание жидкой фазы в формирующемся слитке в процессе его вертикального перемещения, необходимо иметь достаточную высоту всей

конструкции в целом. При отливке слитков крупных сечений с большой протяжённостью жидкой фазы, а также с увеличением длины заготовки весьма возрастает высота вертикальных МНЛЗ. Характерные особенности вертикальных МНЛЗ: значительную высоту и заглубление из-за фундамента под установку в виде опускного колодца глубиной до 30 м — можно считать большим недостатком.

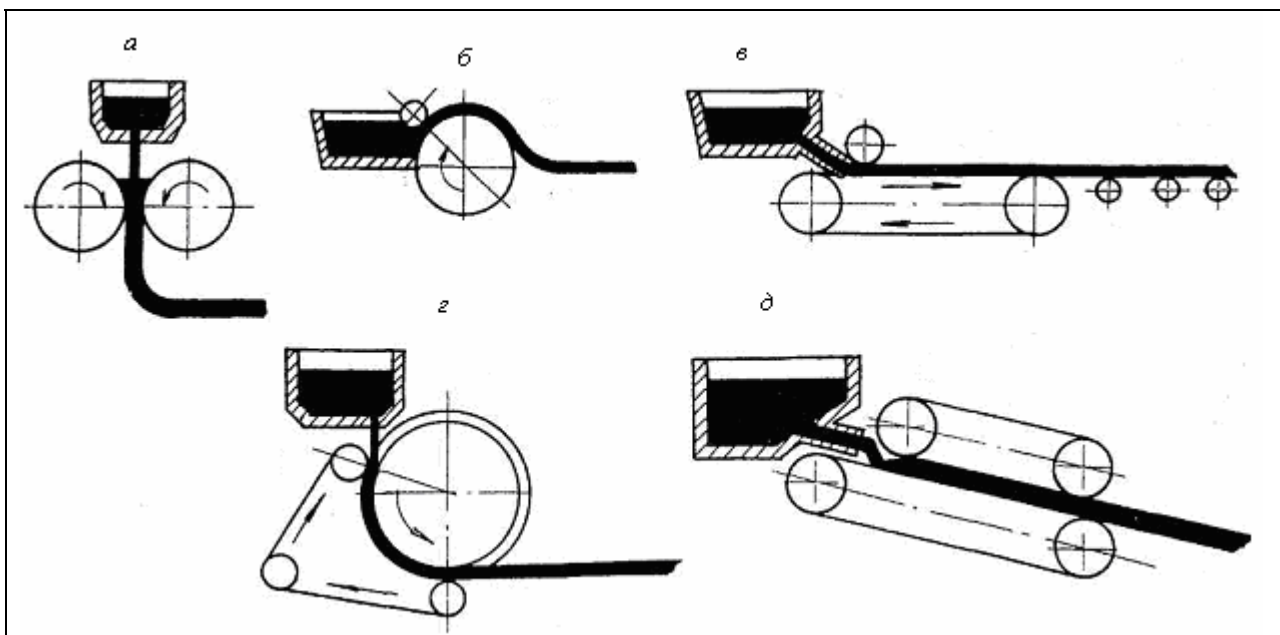


Рис.7.7. Опытно-промышленные и опытные МНЛЗ: *а*-двухвалковая (толщина ленты 1+10, ширина 200+850 мм); *б*-одновалковая (толщина ленты 1+6, ширина 150+650 мм); *в*- ленточная (толщина ленты 5+10, ширина 900 мм); *г* - роторная, сечение заготовки- трапеция; *д*-конвейерного типа (толщина 12 ÷ 40, ширина 1300 ÷ 1830 мм)

Другой недостаток вертикальных МНЛЗ — отсутствие резерва увеличения скорости разливки и ограничения возможности получения мерных заготовок большой длины. Исключается переход к перспективному технологическому процессу: совмещению непрерывной разливки стали с прокаткой. Вертикальные МНЛЗ целесообразны преимущественно при отливке слитков крупного сечения, сплошных трубных заготовок большого диаметра, полых трубных заготовок, при разливке сталей, склонных к образованию трещин при деформации в горячем состоянии.

Вертикальные установки с изгибом полностью затвердевшего слитка были созданы с целью уменьшения высоты МНЛЗ и заглубления фундаментов. Непрерывный слиток разрезают на мерные длины в горизонтальном положении после правки. По мере увеличения сечения слитка разность в высоте по сравнению с вертикальной исчезает, что делает нецелесообразным строительство установок подобного типа при отливке сечений толщиной свыше 200 мм. Единственным их преимуществом остаётся возможность получения заготовок практически любой длины. Поэтому вертикальные МНЛЗ с изгибом заготовки имели весьма ограниченное применение. В связи с внедрением технологии производства тонких слябов вертикальные МНЛЗ с изгибом заготовки снова начинают применяться. Они используются фирмой «Schloman-Siemag» (Германия) при объединении МНЛЗ с полосовым прокатным станом и при создании так называемого литейно-прокатного агрегата.

Стремление увеличить производительность, уменьшить заглубление фундаментов и высоту установки при сохранении высокого качества слитка привело к созданию радиальных, криволинейных и криволинейных с прямым кристаллизатором МНЛЗ. Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки.

Отличительной особенностью радиальной МНЛЗ является то, что формирование заготовки осуществляется по дуге постоянного радиуса до момента её

полного затвердевания. Увеличение сечения ведёт к увеличению радиуса МНЛЗ, её высоты и уменьшению преимуществ по сравнению с МНЛЗ вертикального типа. Поэтому радиальные МНЛЗ целесообразно применять при отливке заготовок мелкой сортовой (сечением от 70x70 до 200x200 мм) и более крупных сечений из сталей, не допускающих деформации в двухфазном состоянии.

На МНЛЗ криволинейного типа начальное формирование заготовки осуществляется по дуге постоянного радиуса, а полное затвердевание — по дуге переменного радиуса и на горизонтальном участке.

Разновидностью криволинейной является МНЛЗ с прямым кристаллизатором. В ней начальное формирование отливаемого слитка осуществляется на прямом вертикальном участке 2—3 м. Затем происходит изгиб слитка в нескольких точках, перевод его на дугу постоянного радиуса, выпрямление слитка в нескольких точках. Окончание затвердевания слитка осуществляется на горизонтальном участке. Преимущества криволинейной МНЛЗ с прямым кристаллизатором заключаются в использовании более простого в обслуживании и изготовлении прямого кристаллизатора и возможного улучшения качества слитка за счёт всплывания неметаллических включений на прямом участке; недостатки — несколько большая высота (1~3 м в зависимости от толщины отливаемого слитка). Технологическая (металлургическая) протяжённость этих МНЛЗ может достигать 45—47 м и обеспечивать разливку стали с "большой скоростью.

МНЛЗ криволинейного и криволинейного с вертикальным кристаллизатором типов применяются в высокопроизводительных цехах, в которых выплавляют углеродистые и низколегированные стали. Криволинейные МНЛЗ с прямым кристаллизатором используют также при отливке слитков более сложного марочного сортамента.

Наклонно-криволинейная МНЛЗ отличается от криволинейной тем, что радиальный кристаллизатор установлен под углом 50-55° к горизонтальной плоскости. Слиток на такой МНЛЗ формируется вначале на дуге постоянного радиуса, а полностью затвердевает в криволинейном и горизонтальном участках. У этих МНЛЗ малая конструктивная высота (не превышает 6 м) для отливки заготовок максимального сечения 320x 320 мм. Они могут устанавливаться в мартеновских и других цехах с небольшой высотой подкрановых путей, используются в основном для отливки сортовых заготовок. Обязательное условие применения такой МНЛЗ — оснащение системой электромагнитного перемешивания жидкой фазы слитка в процессе разливки («Danieli», Италия). Широкого применения такие МНЛЗ пока не получили, вероятно из-за сложности подвода металла в кристаллизатор и эксплуатационных затрат при использовании электромагнитного перемешивания.

Горизонтальные МНЛЗ находятся в стадии промышленного внедрения и отработки конструкции отдельных узлов. Они могут применяться в цехах с печами небольшой ёмкости для разливки легированных и коррозионно-стойких сталей.

Близкие к конечным размерам непрерывно-литые заготовки даёт разливка тонких слябов для производства горячекатаной полосы и толстого листа (технологии и оборудование фирм «Schloman-Siemag», «Mannesmann Demag», Германия; «Voest Alpine», Австрия; «Danieli», Италия). Они имеют различия в технологии. «Schloman-Siemag» для отливки заготовок толщиной 50 мм использует специальный стакан для подачи металла из промковша в кристаллизатор и воронкообразный кристаллизатор. «Mannesmann Demag» разливает тонкие слябы с использованием плоского разливочного стакана и кристаллизатора с плоскими параллельными стенками, обеспечивающими формирование слитка толщиной 60-70 мм. Затем уменьшение толщины слитка осуществляется в направляющих зоны вторичного охлаждения до толщины порядка 40 мм.

Основные параметры выбирают в зависимости от назначения и условий работы МНЛЗ в комплексе металлургического производства. Определяющие факторы — марочный состав разливаемых сталей, размеры и форма поперечного сечения заготовок,

вместимость сталеразливочного ковша, цикл подачи ковшей на МНЛЗ, расположение ее в цехе.

Важный параметр МНЛЗ — металлургическая длина (технологической линии), которая определяется из максимально ожидаемой в процессе разливки протяжённости жидкой фазы в слитке с резервом около 15 %.

Протяжённость жидкой фазы определяется по эмпирической формуле:

$$L = Ka^2V_n,$$

где K — эмпирический коэффициент, зависящий от толщины a , мм, и ширины b , мм; V_n — нормативная (расчётная) скорость разливки, м/мин.

В зависимости от отношения размеров поперечного сечения (b/a) назначают следующие значения коэффициента K :

b/a	1	1,1-1,9	2-3	3-4	4-5	5-6	≥ 6
K	240	245 ÷ 285	290 ÷ 320	320 ÷ 322	332 ÷ 337	337 ÷ 340	340.

Одним из основных параметров для радиальных и криволинейных МНЛЗ является базовый радиус R . От его выбора зависят качество отливаемых заготовок и капитальные затраты. Базовый радиус определяется задней стенкой технологического канала установки. При перестройке МНЛЗ на другую толщину заготовки её базовый радиус остаётся неизменным.

На основании теоретического анализа и опыта эксплуатации многих МНЛЗ криволинейного типа выработаны рекомендации по ограничению величины их базовых радиусов в пределах 25-35-кратной толщины сортовых и диаметра круглых отливаемых заготовок.

Нормативная скорость разливки, м/мин:

Для слябов

$$V_n = K_1(1+b/a)/b,$$

где коэффициент K_1 зависит от марки разливаемой марки стали и изменяется в пределах от 0,3 до 0,18.

для заготовок прямоугольного сечения, включая квадратное

$$V_n = K_2(1+b/a)/b,$$

где K_2 также зависит от марки стали и принимается в пределах от 0,14 до 0,11.

Металлургическая длина МНЛЗ определяется протяжённостью жидкой фазы $H = 1,15l$, м, где 1,15 — коэффициент, учитывающий величину резерва металлургической длины МНЛЗ. Аналогично определяется металлургическая длина МНЛЗ радиального, наклонно-криволинейного и горизонтального типов.

Для МНЛЗ вертикального типа металлургическая длина < 15 м, так как дальнейшее увеличение связано с большим ферростатическим давлением жидкой фазы, сложностью создания оборудования направляющих устройств зоны вторичного охлаждения. Создание вертикальных МНЛЗ с металлургической длиной > 15 м нецелесообразно.

Для оценки общей длины МНЛЗ необходимо определить протяжённость участка от конца металлургической длины установки до конца приёмного рольганга. Участок включает: рольганг перед газорезкой, устройство отцепления затравки, устройство резки заготовок, клеймитель, устройство хранения затравки, приёмные и транспортные рольганги, устройство поперечной передачи заготовок. Протяжённость участка зависит от сечения и мерной длины отливаемых заготовок и составляет от 25 до 50 м.

Определение параметров разливки стали на МНЛЗ

Параметры разливки стали на МНЛЗ определяются из размерного и марочного сортамента отливаемых заготовок с учётом максимально допустимой продолжительности разливки металла из сталеразливочных ковшей необходимой ёмкости. Ниже представлена максимально допустимая продолжительность разливки на МНЛЗ стали из сталеразливочных ковшей различной ёмкости (T_{max}) рекомендуемая для расчётов реальная продолжительность разливки (T_p) [8]:

Ёмкость ковша, м ³	50	100	150	200	300	400
T_{max} , мин, углеродистых и низколегированных сталей.....	60	75	85	90	110	120
T_p , мин, легированных сталей.....	40	55	65	75	85	100

Количество ручьев разливки, необходимых определить для расчёта параметров МНЛЗ:

$$N = 1000Q / (T_p V_n K_3),$$

где Q — масса разливаемой плавки, т; V_n — нормативная скорость разливки, м/мин; q — масса погонного метра литых заготовок, кг; $K_3 = 0,9$ — коэффициент, учитывающий непредвиденные потери времени во время разливки.

Время разливки T , мин, при нормальной скорости разливки для каждого сечения размерного сортамента обратно количеству ручьев

$$T_p = 1000 Q / (N V_n K_3).$$

После определения времени разливки для каждого сечения намечаемого размерного сортамента заготовок принимается время разливки, равное или кратное ритму поступления плавки из сталеплавильного отделения. Такой подход целесообразен для обеспечения организации взаимной работы сталеплавильных агрегатов и МНЛЗ. Беря за основу принятое время разливки, зная количество ручьев в МНЛЗ и имея данные по размерному и марочному сортаменту заготовок, определяют параметры разливки (для каждого сечения протяжённость жидкой фазы).

Скорость разливки, м/мин:

$$V = 1000 Q / (0,9 N q T),$$

где T — время разливки, равное или кратное ритму поступления сталеразливочных ковшей отделения. Протяжённость жидкой фазы, м,

$$L_1 = K a^2 V$$

где V — скорость разливки, рассчитанная из времени разливки, равного или кратного ритму поступления плавки из сталеплавильного отделения, м/мин; a — толщина, мм.

Определение количества МНЛЗ в ОНРС

Общее количество МНЛЗ в ОНРС должно обеспечивать разливку всего объёма стали, выплавляемой при принятой ёмкости сталеплавильного агрегата (конвертерного или электроплавильного) с учётом работ по подготовке МНЛЗ между сериями плавки во время ремонтов и незапланированных простоев.

Количество МНЛЗ в ОНРС конвертерного цеха определяется при условии разливки плавки методом «плавка на плавку». Время разливки принимается равным или кратным ритму подачи ковшей в ОНРС. Общее количество МНЛЗ в отделении складывается из количества установок, находящихся в работе m_1 и требующих ремонтов всех видов и работ по ликвидации нештатных ситуаций m_2 : $\sum m = m_1 + m_2$.

Расчётное количество установок, находящихся в работе:

$$m_1 = T / R + M,$$

где T — время разливки, мин, равное или кратное R — ритму подачи, мин, сталеразливочных ковшей в ОНРС; M — количество установок, необходимых для подготовки МНЛЗ между сериями плавки.

Количество МНЛЗ, требующих ремонтов всех видов и работ по ликвидации аварий:

$$m_2 = T_{рем} m_1 / 365$$

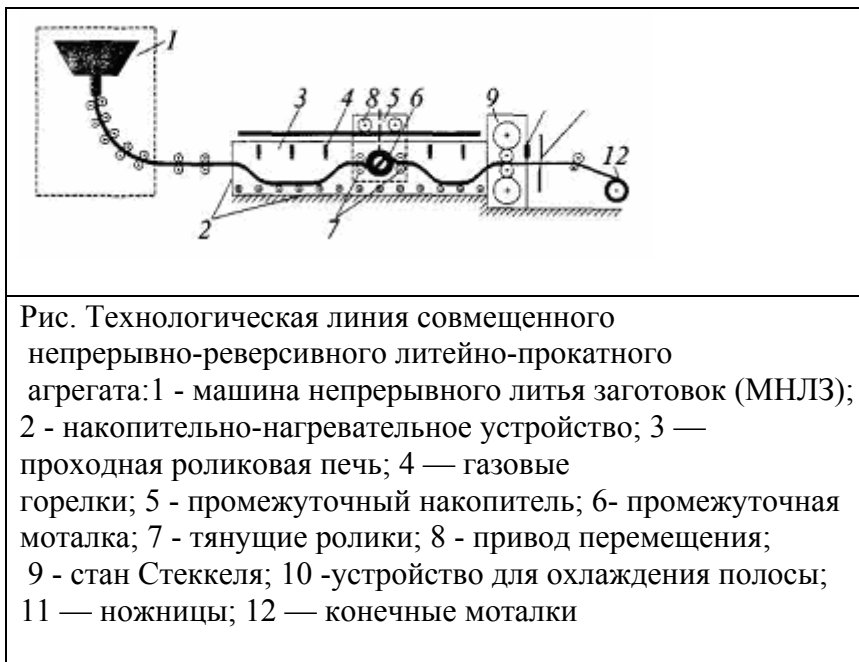
где $T_{рем}$ количество суток в году на ремонты всех видов и все незапланированные простои. Дробная величина округляется до целой.

Наиболее интенсивно в последнее время разрабатывается проект совмещения процессов непрерывной разливки стали и прокатки в одну технологическую линию.

Одной из перспективных отечественных разработок является литейно-прокатный агрегат (ЛПА) концепции SSP — сверхкомпактное производство полос, в основу которой положен принцип реверсивной прокатки "бесконечной" полосы участками в клети стана Стеккеля (нового поколения). Такой процесс осуществляется путем поочередного накопления и выдачи участков полосы с помощью накопительного модуля оригинальной конструкции [42].

Компановка ЛПА представлена на рис.

Агрегат включает в себя последовательно расположенные одноручьевую машину 1



непрерывного литья тонких слябов ($h < 25$ мм), накопительно-нагревательное устройство 2 для накопления и выдачи сляба и раската, реверсивный стан Стеккеля 9, устройство для охлаждения полосы 10, ножницы 11 и конечные моталки 12 для намотки готовой полосы. Накопительно-нагревательное устройство 2 выполнено в виде проходной роликовой печи 3, внутри которой установлен

Рис. Технологическая линия совмещенного непрерывно-реверсивного литейно-прокатного агрегата: 1 - машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ); 2 - накопительно-нагревательное устройство; 3 — проходная роликовая печь; 4 — газовые горелки; 5 - промежуточный накопитель; 6- промежуточная моталка; 7 - тянущие ролики; 8 - привод перемещения; 9 - стан Стеккеля; 10 -устройство для охлаждения полосы; 11 — ножницы; 12 — конечные моталки

промежуточный накопитель (ПН) 5, представляющий собой двухходовую промежуточную моталку (ПМ) 6, по обе стороны которой расположены тянущие ролики 7. Промежуточная моталка 6 смонтирована на приводном корпусе 8, выполненном в виде тележки и имеющем возможность поступательного перемещения вдоль промежуточного рольганга.

Конструкция промежуточного накопителя представлена на рис. 2.

Пример цикла реверсивной прокатки

Рассмотрим технологические режимы электроприводов (ЭП) данного ЛПА на примере реверсивной прокатки участка полосы длиной l_0 при минимальном числе проходов (три), отдельные этапы которой представлены на рис.

Расплавленный металл подается на МНЛЗ (на рис. не показана), из которой выходит в виде непрерывного сляба l со скоростью литья V_n и поступает в накопительно-нагревательное устройство. Передний конец сляба l последовательно пропускается через передние тянущие ролики 3, прорезь барабана 4 промежуточной моталки и задние тянущие ролики 5 промежуточного накопителя 2, который находится в позиции I в начале проходной роликовой печи 6 (рис. 4, а).

Электропривод тянущих роликов поддерживает заданную скорость пропуска полосы V_d . Далее полосу l перемещают в печи 6 по рольгангу 7 со скоростью V_d к реверсивному прокатному стану 8. Одновременно с этим ЭП промежуточного накопителя ПН 2 перемещает его в том же направлении с меньшей скоростью в

позицию II (рис. б). В момент подхода переднего конца полосы 1 ко входу в стан 8 начинается ее накопление в ПН.

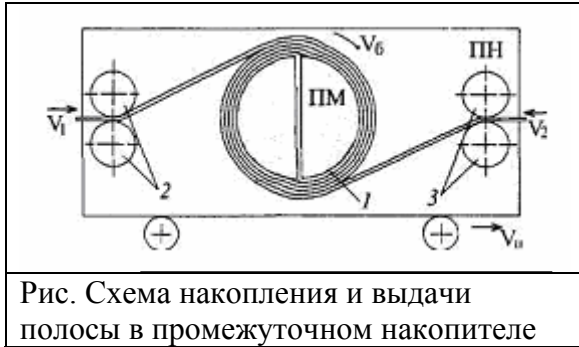


Рис. Схема накопления и выдачи полосы в промежуточном накопителе

ЭП барабана ПМ осуществляет его вращение в условно положительном направлении с окружной скоростью $V_{л}/2$ для намотки полосы 7 в рулон, а ЭП перемещения накопителя 2 перемещает его в направлении стана 8 со скоростью $V_{л}/2$. При этом передний конец полосы 1 лежит неподвижно у входа в стан 8. К моменту подхода накопителя 2 в позицию III в рулоне накапливается излишек полосы Δl ,

необходимый для первого прохода. После этого начинается прокатка в первом проходе.

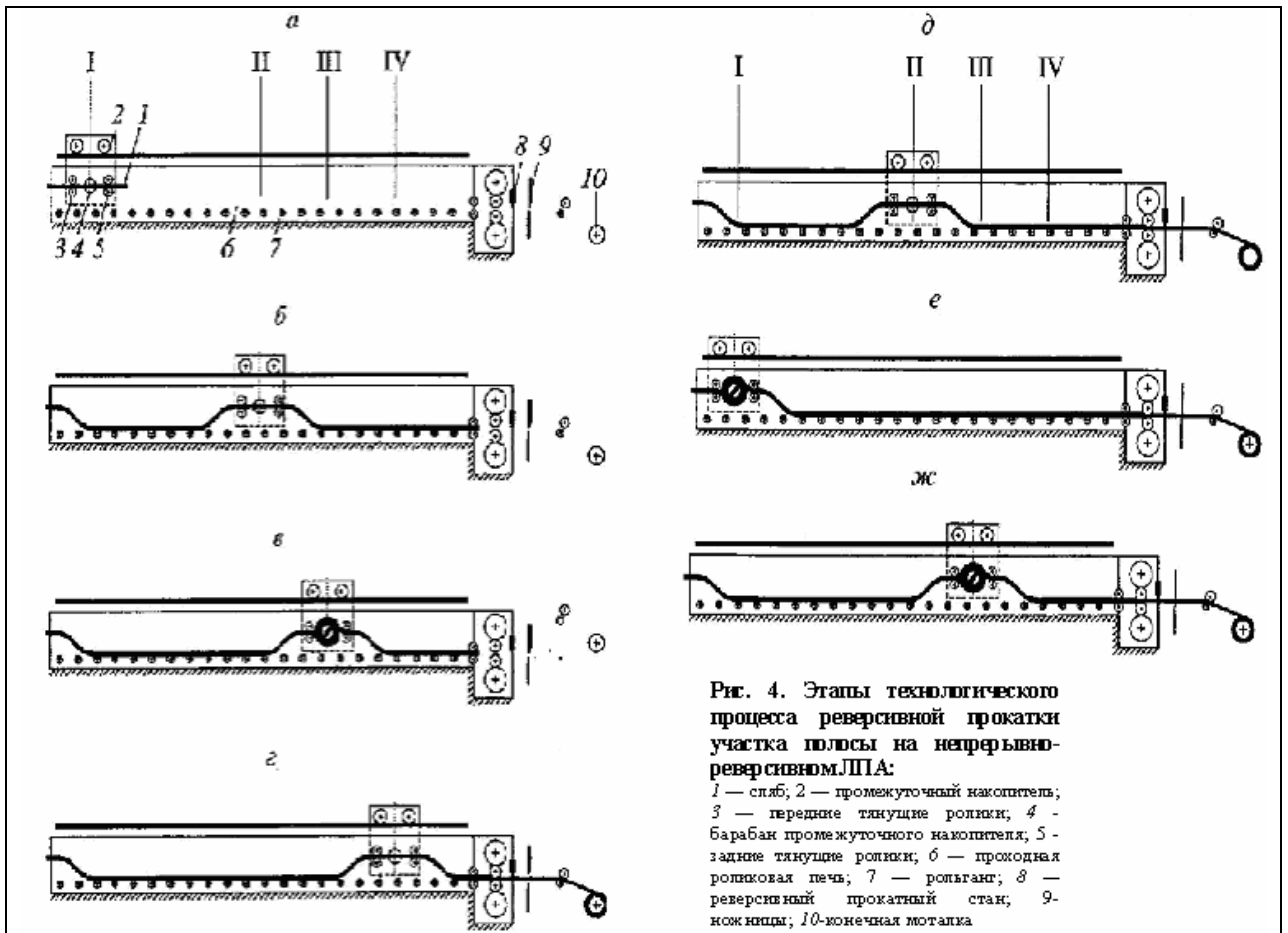


Рис. 4. Этапы технологического процесса реверсивной прокатки участка полосы на непрерывно-реверсивном ЛПА:

1 — слэб; 2 — промежуточный накопитель; 3 — передние тянущие ролики; 4 — барабан промежуточного накопителя; 5 — задние тянущие ролики; 6 — прокатная роликсовая печь; 7 — роликганг; 8 — реверсивный прокатный стан; 9 — ножницы; 10 — конечная моталка

После установки накопителя 2 в позицию III осуществляют режим, в котором ЭП барабана 4 ПМ вращает его в условно отрицательном направлении, разматывая рулон и поддерживая постоянной окружную скорость $V_{61} = (U_{л} - V_{Вх1})/2$ ($V_{Вх1}$ — скорость полосы на входе в клеть), а ЭП накопителя 2 продолжает его перемещение в ту же сторону, но уже со скоростью $V_{н1} = (U_{л} + V_{Вх1})/2$. При этом полоса 1 поступает в стан 8 со скоростью $U_{Вх1}$ (рис., в).

В первом проходе накопленный участок полосы 1 толщиной h_0 и длиной l_0 прокатывают в участок раската толщиной h_1 и длиной $l_{1-1} = l_0 \cdot (h_0/h_1)$ при обеспечении главным ЭП стана окружной скорости валков $U_{кл1} = V_{Вх1} \cdot (h_0/h_1)$ положительном направлении и сматывают на конечную моталку 10. ЭП конечной моталки осуществляет ее вращение в положительном направлении с окружной скоростью $V_{кл1}$. Данный режим заканчивается при перемещении накопителя в позицию IV, когда весь накопленный излишек l_{0-1} будет размотан (рис., г).

По окончании размотки барабан ПМ должен быть зафиксирован в положении с горизонтальным расположением прорези. Далее оставшийся участок сляба 1 длиной $l_{0-2} = l_0 - l_{0-1}$ задают в стан 8 со скоростью $V_{л}$. При этом главный ЭП прокатного стана 8 осуществляет прокатку на пониженной скорости $V_{л} (h_0/h_1)$. За это время ЭП промежуточного накопителя 2 перемещает его с максимально возможной скоростью в направлении, противоположном движению металла, на расстояние l_0 относительно полосы (так называемый режим возврата накопителя). На этом заканчивается первый проход (рис. 4, д).

По окончании первого прохода главный ЭП стана 8 реверсируют, уменьшают межвалковый зазор и прокатывают участок раската 4 толщиной h_1 и длиной l_1 в участок раската толщиной h_2 и длиной $l_2 = l_0 (h_0/h_2)$, при поддержании главным ЭП окружной скорости валков $V_{кл22}$.

В процессе второго прохода ЭП конечной моталки 10 осуществляет размотку исходного раската толщиной h_1 и длиной l_1 путем вращения барабана моталки в отрицательном направлении при постоянной окружной скорости $V_{вх2} = V_{кл22}/(h_1/h_2)$, с которой полосу задают в стан 8.

Получаемый раскат толщиной h_2 размещают в накопительно-нагревательном устройстве путем сдвоенной намотки совместно с находящимся в печи 6 слябом 1. При этом ЭП барабана ПМ осуществляет его вращение в условно положительном направлении, производя намотку полосы с поддержанием постоянной окружной скорости $V_{б2} = (V_{л} + V_{кл22})/2$, а ЭП перемещения ПН перемещает его в направлении, противоположном технологическому потоку металла (в сторону МНЛЗ), со скоростью $V_{н2} = (V_{л} - V_{кл22})/2$.

По окончании второго прохода накопитель 2 останавливают, при этом в рулоне остается накопленный излишек полосы (рис., е).

В третьем проходе главный ЭП прокатного стана 8 реверсируют, уменьшают межвалковый зазор и прокатывают участок раската толщиной h_2 и длиной l_2 в участок раската толщиной h_3 и длиной $l_3 = l_0 (h_0/h_3)$ со скоростью $V_{кл3}$. Выдачу раската в клеть прокатного стана со скоростью $V_{вх3} = V_{кл3}/(h_2/h_3)$ осуществляют путем размотки имеющегося в накопителе 2 излишка полосы. При этом ЭП барабана ПМ вращает его в условно отрицательном направлении с постоянной окружной скоростью $V_{б3} = (V_{л} - V_{вх3})/2$, а ЭП накопителя 2 перемещает его в направлении технологического потока металла со скоростью $V_{н3} = (V_{л} + V_{вх3})/2$.

В процессе последнего третьего прохода ЭП конечной моталки 10 вращает ее в положительном направлении, осуществляя намотку выходящей из клетки прокатного стана 8 полосы с постоянной окружной скоростью $V_{кл3}$. К моменту окончания последнего прохода первого участка сляба 1 накопитель 2 приходит в позицию III и на барабане 4 промежуточной моталки имеется рулон с накопленным излишком сляба l_{0-1} , необходимым для осуществления первого прохода второго участка полосы (рис. 4, ж).

Первый проход второго участка сляба и все остальные проходы осуществляют подобно проходам первого участка полосы. Все остальные участки прокатывают аналогично.

Заготовочные станы

Заготовочные станы снабжают квадратной заготовкой размером от 60 × 60 мм до 200 × 200 мм сортовые станы и круглой заготовкой диаметром 75 – 300 мм трубопрокатные цехи. Применение заготовочных станов позволило значительно увеличить пропускную способность обжимных станов, а также увеличить производительность сортопрокатных цехов за счет минимизации числа пропусков (минимизации общей вытяжки).

Заготовочные станы устанавливают непосредственно за блюмингом (блюмингом-слябингом), как правило, в одном с ним пролете, или за МНЛЗ.

Применяются главным образом непрерывные заготовочные станы (НЗС) с индивидуальным приводом валков. Причем, на современных НЗС не предусматривается имеющая ряд существенных недостатков операция кантовки полосы с помощью кантующих втулок. Эта проблема решена путем установки чередующихся клетей с горизонтальными и вертикальными валками.

Наиболее эффективными являются 12- и 14-клетевые НЗС, включающие в себя, как правило, две или три группы клетей.

На рис.7.5 приведена схема расположения оборудования 14-клетевого заготовочного стана 1000/730/530 ОАО «Северсталь».



Рис. 7. 5. Непрерывно-заготовочный стан ОАО "Северсталь":
 1 — клеймовочная машина в составе блюминга-слябинга 1300; 2 — рабочие клетки А и Б 1000; 3 — машина огневой зачистки (МОЗ); 4 — горизонтальные клетки 730 черновой группы; 5 — вертикальные клетки 730 черновой группы; 6 — передаточный шлеппер для крупной заготовки; 7 — горизонтальные клетки 530 чистовой группы; 8 — вертикальные клетки 530 чистовой группы; 9 — аварийные ножницы; 10 — шайбовый кантователь; 11 — летучие ножницы; 12 — клеймитель; 13 — холодильник; 14 — передача слябов к листовому стану 2800/1700

В первую группу клетей входят две горизонтальные 1000, во вторую — три

вертикальных и три горизонтальных 730, такой же состав клетей в третьей чистовой группе с диаметром валков 530 мм. Промежуток между группой клетей таков, что заготовка целиком умещается между ними, тем самым возможна кантовка заготовки. В каждой из групп клетей полоса одновременно находится в нескольких клетях одной группы, что требует синхронизации скоростного режима прокатки.

Деление на черновые и чистовые группы клетей до некоторой степени условно. Просто такое расположение клетей более рационально при прокатке крупных заготовок, например размером стороны квадрата 150 – 200 мм, так как это исключает прохождение уже сформированной полосы через все клетки стана.

Листопрокатные станы горячей прокатки

Горячекатаный лист, получаемый на этих станах, делят на две группы – тонкий, менее 4 мм и толстый, более 4 мм. Листы толщиной более 50 мм называют плитами.

Основным параметром листового и полосового станов является длина бочки валков чистовой клетки, изменяющаяся от 50 ÷ 100 мм (у многовалковых ленточных станов) до 5000 ÷ 5500 мм (у толстолистовых станов).

Применяют следующие основные типы листовых станов горячей прокатки: 1) непрерывные широкополосные станы, имеющие в составе две группы клетей — последовательную черновую и непрерывную чистовую (длина бочки валков от 1420 ÷ 1450 до 2285 ÷ 2500 мм); это самые высокоскоростные (до 20 ÷ 30 м/с) и высокопроизводительные

(до $3,5 \div 6$ млн. т/год) станы для производства горячекатаной листовой продукции в рулонах; 2) одно- и двух клетевые реверсивные толстолистовые станы с длиной бочки валков от $2000 \div 2300$ до 5000 мм и более (с вертикальной клетью впереди горизонтальных клетей или без нее) для прокатки толстых листов мерной длины, иногда на этих станах прокатывают из слитков слябы. Такие станы называются комбинированными толстолистовыми станами; 3) полунепрерывные широкополосные с длиной бочки валков в чистовой группе клетей от $800—1200$ до $2700—3050$ мм, чаще всего $1700—2000$ мм (с одной или двумя реверсивными черновыми клетями и непрерывной черновой группой клетей). Эти станы менее производительны (до $2—2,5$ млн. т/год), чем непрерывные. Скорость прокатки достигает $10—20$ м/с. На этих станах получают как полосовую продукцию в рулонах, так и листовую мерной длины.

В практике листопрокатного производства применяют также реверсивные четырех валковые станы и планетарные станы для горячей прокатки тонких полос толщиной $1—4$ мм и шириной до 1000 мм.

Для горячей прокатки тонких полос некоторых электротехнических сталей, содержащих $2—3,5$ % Si, и прокатка которых должна вестись в узком температурном интервале, применяют реверсивные четырех валковые станы с моталками в печах (температура в печи около 1000°C).

При реверсивной прокатке полосу поочередно сматывают в рулоны моталками, расположенными на минимальном расстоянии в печах перед клетью и за ней. Таким образом, температура прокатываемой полосы поддерживается постоянной в требуемом узком интервале.

Для горячей прокатки относительно узкой полосы ($400—1000$ мм) толщиной $1—4$ мм применяют иногда планетарные станы, на которых заготовки обжимают многочисленными рабочими (планетарными) валками, вращающимися вместе со своими боковыми сепараторными кольцами вокруг приводных опорных валков. Заготовка толщиной до 100 мм прокатывается каждой парой планетарных валков с очень небольшим обжатием ($0,3—0,5$ мм), однако в результате суммарной деформации металла многими парами валков общее обжатие сляба может достигать $90—95$ % при вытяжке, равной $10—20$.

Следует также отметить, что благодаря большой степени обжатия при прокатке на планетарном стане температура прокатываемого металла, не только не понижается но даже повышается (на $40—60^{\circ}$), что позволяет прокатывать на этом стане специальные сплавы, характеризующиеся узким температурным интервалом пластической деформации; однако конструкция планетарного стана сложна.

Схема планетарного стана представлена на рис.7.6. Современные широкополосные непрерывные станы горячей прокатки имеют в своем составе $13—15$

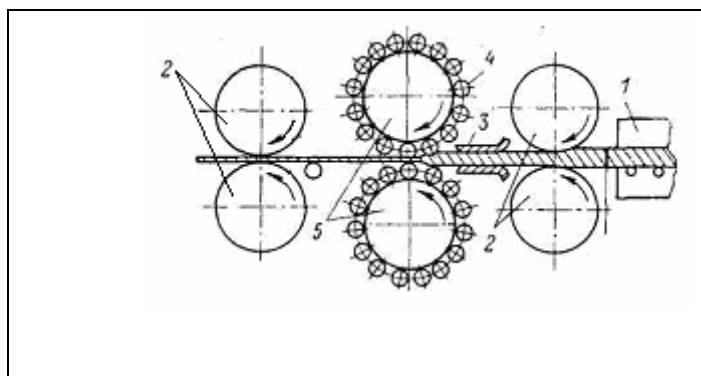


Рис. 7.6. Схема планетарного стана:

1 — печь; 2 — задающие ролики;
3 — проводки; 4 — рабочие планетарные валки; 5 — опорные валки;

клетей с окалиноломателем, с длиной бочки валков $1700—2500$ мм, производительностью до $4 \div 6$ млн.т /год. На этих станах прокатывают полосу толщиной от $1,2$ до $5 \div 25$ мм и шириной до 2300 мм с проектной скоростью до $25 \div 30$ м/с в рулонах массой до $40 \div 45$ т из слябов размерами: до $300/ 2300/15 000$ мм (на некоторых станах возможна прокатка полос с минимальной толщиной $0,8 \div 1,0$ мм.

К современным толстолистовым станам можно отнести двух клетевые станы $4000—5500$ для прокатки толстых

листов толщиной от $4 \div 6$ до $120 \div 200$ мм, шириной до 5000 мм и более и длиной до $40 \div 60$ м из слябов массой до 30—40 т и слитков массой) $50 \div 60$ т и более; скорость прокатки на этих станах достигает $5 \div 6$ м/с, производительность $2 \div 2,5$ млн. т/год.

Широкополосные станы

На рис. 7.7 приведен план расположения оборудования непрерывного широкополосного стана 2000 горячей прокатки конструкции НКМЗ, предназначенного для прокатки полос толщиной 1,2—16 мм и шириной 900—1850 мм в рулонах массой 4—36 т с проектной скоростью до 27 м/с из литых слябов толщиной 150—250 мм, шириной 950—1850 мм и длиной до 10 500 мм, массой до 36 т.

В состав стана входит следующее оборудование: участок нагревательных печей, включающий в себя нагревательные печи 34, тележку для слябов 21. подъемный стол 22, сталкиватель слябов 23, печной загрузочный рольганг 24, печные толкатели 25, приемник слябов из печи 27, печной разгрузочный рольганг 28; группа черновых клетей в составе вертикального окалиноломателя, обжимной 2-валковой клетки, универсальной 4-валковой клетки 2 и составляющих непрерывную группу 3-х универсальных 4- валковых клетей 3 -5, промежуточные рольганги черновой группы 29; промежуточный рольганг 30; летучие ножницы 16; чистовая группа клетей в составе окалиноломателя 15 и семи 4-валковых клетей 6 - 13, образующих непрерывную группу; отводящий рольганг 31, оборудованный душирующими установками для охлаждения полосы; две группы моталок (по три моталки в каждой группе) для смотки полосы 1,2 – 4 мм и 4 – 16 мм соответственно 17 и 18; тележка для кантователя и перемещения рулонов 19; поворотный стол 20 и транспортер для рулонов 32.

Технологический процесс прокатки на широкополосовом стане 2000 и характеристика оборудования стана следующие.

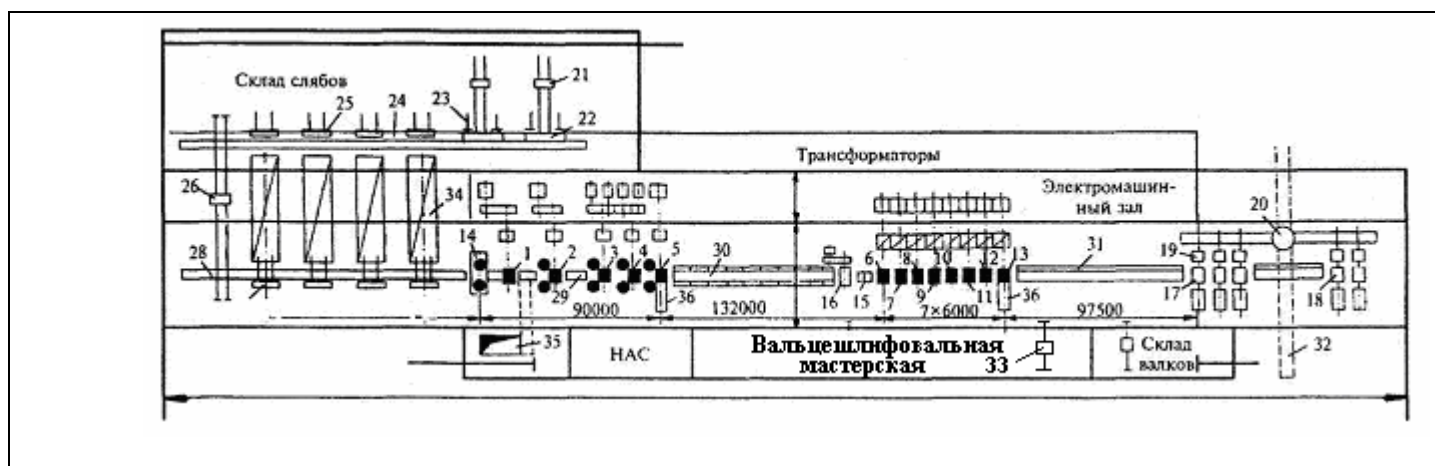


Рис. 7.7. План расположения оборудования цеха горячей прокатки с непрерывным широкополосным станом 2000: рабочие черновые клетки: 1— 2-валковая; 2— универсальная 4-валковая; 3—5— непрерывная 3-клетевая группа универсальных 4-валковых клетей;

рабочие чистовые клетки: 6—13- непрерывная чистовая группа; 14- вертикальная черновая 2-валковая клеть— окалиноломатель; 15- чистовой окалиноломатель; 16 — летучие барабанные ножницы; 17— моталки для полосы толщиной 1,2—4,0 мм; 18- моталки для полосы толщиной 4—16 мм; 19- тележка с кантователем рулонов; 20- поворотный стол

для рулонов; 21— тележка для слябов; 22- подъемный стол; 23— сталкиватель слябов; 24- печной загрузочный рольганг; 25- толкатели печные; 26- тележка для передачи слябов; 27- приемник слябов из печи; 28- печной разгрузочный рольганг; 29- рольганги черновых клетей; 30- промежуточный рольганг; 31- отводящие душирующие рольганги; 32- транспортеры рулонов; 33- передаточные тележки; 34- нагревательные гтечи с шагающими балками; 35- яма для сбора окалины; 36- устройство для комплектной сменывалков

Слябы, отлитые на машинах непрерывного литья, поступают из сталеплавильного цеха на склад слябов, где их осматривают, зачищают, а затем мостовыми кранами подают к загрузочным устройствам (тележкам). Тележки грузоподъемностью 130 т транспортируют стопы слябов со скоростью примерно 1 м/с к подъемным столам, откуда слябы сталкивателем усилием 160 кН по *одному сталкивают* на загрузочный *рольганг*, взвешивают и транспортируют со скоростью до 2 м/с к нагревательным печам. Нагрев слябов до температуры 1200—1280 °С осуществляется в четырех печах с шагающими балками. После нагрева до заданной температуры слябы поочередно извлекают из печей приемниками и без удара укладывают штангами на приемный рольганг стана, по которому слябы со скоростью 1—2 м/с поступают к черновой группе клетей.

Черновая группа стана состоит из вертикального окалиноломателя с диаметром валков 1200 мм, и длиной бочки 650 мм; горизонтальной двухвалковой клетки с валками диаметром 1400 мм и четырех универсальных клетей с вертикальными валками диаметром 1000 мм и горизонтальными с диаметром валков рабочих 1180 и опорных 1600 мм.

Три последние клетки образуют непрерывную подгруппу. Электропривод горизонтальных валков этих клетей осуществляется от двигателей постоянного тока, что позволяет вести прокатку с ускорением. Максимальная скорость прокатки в последней черновой клетке достигает 5 м/с. Суммарная мощность двигателей главных приводов черновых клетей составляет 47800 кВт. Длина черновой группы клетей равна 90,5 м.

За окалиноломателем установлен гидросбив (давление 15МПа). Основная масса первичной печной окалины удаляется с помощью гидравлического устройства, расположенного за окалиноломателем. Остальная часть, а также вторичная окалина удаляются с раскатов благодаря окалиноломателю и гидросбиву чистовой группой клетей.

За последней черновой клетью расположены промежуточный рольганг со сбрасывателем раскатов в карман, рольганги перед летучими ножницами и чистовым окалиноломателем.

Общая длина рольгангов составляет 131,9 м. Летучие ножницы барабанного типа служат для обрезки концов раската. Скорость движения раската при резе переднего конца 0,5 - 1,5 м/с, заднего - 0,4 - 2,0 м/с.

Чистовая группа стана состоит из семи четырехвалковых клетей с валками диаметром 900/1600 мм (клетки № 6, № 7), 800/1600 мм (клетки №8 — № 12). Клетки оборудованы системой противоизгиба рабочих валков. В межклетевых промежутках установлены петледержатели с электромеханическим безредукторным приводом от двигателей постоянного тока. После прохождения полосы ролик регулятора натяжения утапливается.

Суммарная мощность двигателей главных приводов чистовых клетей составляет 84000 кВт, практическая скорость прокатки 21 м/с, длина чистовой группы клетей 36 м.

Диапазон обычно применяемого ускорения стана составляет 0,01 - 0,08 м/с². В последних межклетевых промежутках стана при прокатке полос толщиной 1,2 мм удельное натяжение металла достигает 29,4 — 34,3 МН/м².

Температурные режимы прокатки, охлаждения и смотки определяют необходимые физико-механические свойства готовой продукции. В соответствии с

требованиями стандартов к механическим свойствам и микроструктуре готовых полос прокатку их завершают в диапазоне температур 780 - 950°C, а свертывание в рулоны при температуре не ниже 550°C.

При прокатке тонких полос начальная скорость ограничивается условиями транспортирования переднего конца полосы по рольгангу и надежной его заправкой на моталку.

На отводящем рольганге длиной 265,08 м горячекатаная полоса перед свертыванием в рулон охлаждается до заданной температуры.

Стан оборудован системой охлаждения полос: сверху - ламинарными струями воды; нижняя поверхность полосы охлаждается водой под давлением.

Система охлаждения полос ламинарными струями воды отличается рядом достоинств: относительно большим и стабильным коэффициентом теплообмена между охлаждающей водой и прокатанной полосой; высокой эксплуатационной надежностью, а также технико-экономической эффективностью гидравлического оборудования, не имеющего в своем составе насосов высокого давления; устойчивостью установившегося процесса охлаждения металла по длине и ширине полосы. Кроме того, разветвленная сеть вентилях позволяет включать (выключать) все секции системы охлаждения полосы одновременно или их часть

В конце первого и второго участков охлаждения полосы применяются зоны прецизионного охлаждения металла. Включение (выключение) вентилях зоны прецизионного охлаждения позволяет изменять температуру полос или ее отдельных участков в пределах $\pm(20 \div 30)^{\circ}\text{C}$. На отводящем рольганге установлены две группы моталок (по три моталки в группе) для свертывания полос в рулоны. Первая группа, расположенная на расстоянии 101,5 м от последней клетки стана, предназначена для смотки полос толщиной до 4 мм; вторая группа, расположенная на расстоянии 265 м, используется для свертывания полос толщиной до 16 мм. Каждая моталка оборудована двумя симметрично расположенными устройствами для удержания формирующих роликов диаметром 380 мм (по два в каждом устройстве). Привод каждого ролика - индивидуальный, непосредственно от электродвигателя постоянного тока мощностью 24 кВт и осуществляется с помощью карданного вала. Перемещение и прижатие пары формирующих роликов осуществляется от пневматического цилиндра через систему рычагов. Два гидравлических цилиндра диаметром 260 мм обеспечивают передвижение механизма формирования. Каждая пара формирующих роликов имеет собственный механизм настройки - клин, перемещающийся при помощи винта от электродвигателя мощностью 1,4 кВт. Максимальный раствор формирующих роликов 2400 мм (наружный диаметр рулона достигает 2300 мм). Между роликами установлены проводки. Барабан моталки диаметром 850 мм в результате сжатия уменьшается до диаметра 828 мм. Раздвижка барабана осуществляется пружинами, а сжатие - гидравлическим цилиндром. Привод барабана - индивидуальный, непосредственно от электродвигателя постоянного тока мощностью 1150 кВт, 220/440 мин¹.

Исходное положение формирующих роликов по отношению к барабану устанавливается автоматически. В период свертывания полосы на барабан формирующие ролики автоматически перемещаются, обеспечивая плотное прижатие полосы к рулону. По окончании свертывания формирующие ролики автоматически занимают исходное положение. Свертывание полосы в рулон можно выполнять с ускорением.

Рулоны, снятые с барабана моталок, транспортируются на склад готовой продукции или в цеха дальнейшей переработки проката. Обвязку рулонов выполняют на автоматизированных агрегатах, разработанных фирмой "Зак" (ФРГ).

Обвязочные машины установлены в зоне расположения моталок, что позволяет рационально использовать производственную площадь цеха и предупреждать распушивание рулонов тонкой полосы в случае длительной транспортировки металла. Длительность обвязки рулона составляет 30 - 35 с.

Процесс уплотнения рулона и его обвязка управляется системой локальной автоматизации.

Маркировка рулонов производится напылением алюминия по трафарету на поверхность горячекатаной полосы, свернутой в рулон. В составе оборудования хвостовой части стана используются два маркировщика, установленных в линиях конвейеров уборки рулонов после обработки их на обвязочных машинах.

Рулоны горячекатаных полос после маркировки, взвешивания передаются в отделение отделки листа с помощью транспортеров. На агрегатах резки, оснащенных АСУТП, металл разрезается на листы заданной длины с высокой степенью точности. УВМ обеспечивает измерение и выравнивание линейной скорости ножей летучих ножниц относительно полосы к моменту реза, переход ножниц в зависимости от длины отрезаемых листов из режима непрерывного вращения в режим запусков на каждый раз.

Автоматическая система управления технологическим процессом АСУТП представляет собой трех уровневую иерархическую систему, нижний уровень которой охватывает измерительные устройства и датчики технологического контроля, а также системы автоматизированного привода. Средний уровень АСУТП обеспечивает сбор и обработку информации от датчиков, информационное сопровождение проката на отдельных участках стана, а также многосвязное регулирование технологических параметров (геометрических размеров и физико-механических свойств) проката. На верхнем уровне АСУТП осуществляется расчет настройки стана на прокатку заданного профилирующего размера полос и выдача установок на перестройку, расчет коррекции настройки при отклонении параметров металла от значений, принятых при расчете настройки, адаптация математических моделей процесса, информационное сопровождение проката по всей линии стана, диагностика механического и электрического оборудования, а также связь с АСУТП отделения нагрева и системой оперативного управления цехом.

Толстолистовые станы

В настоящее время толстые листы толщиной 5 ÷ 50 мм производят на толстолистовых станах 2800 (ОХМК, Коммунарский металлургический завод, ЧерМК), 3600 («Азовсталь»).

Наиболее современным станом по производству толстого листа является стан 3600 (г. Мариуполь, Украина) который производит листы толщиной от 5 до 50 мм шириной 2000—3200 мм длиной до 28 м и плиты до 200 мм из углеродистых, кон-

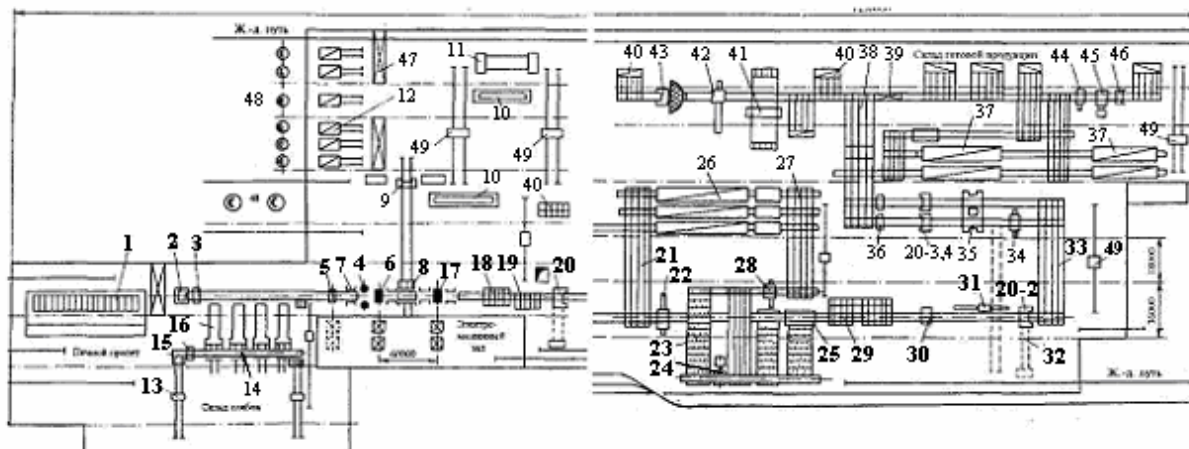


Рис. 7.8. План расположения оборудования стана 3600 завода "Азовсталь":

оборудование для производства плит: 1— нагревательные колодцы; 2 — опрокидыватель слитков; 3 — поворотное устройство с весами; 4 — вертикальная клеть; 5— горизонтальный окалиноломатель; 6 — черновая горизонтальная клеть кварто 3600; 7— линейки манипуляторов; 8 —штабелирующий подъемно-опускающийся стол; 9 — передаточная тележка; 10 — стэнд огневой резки; 11 — стэнд огневой зачистки; 12— камерные печи с выдвижным подом;

оборудование для производства листов; 13— тележка для слябов; 14 — загрузочный рольганг; 15— весы; 16— методические печи; 17 — чистовая горизонтальная клеть кварто 3600; 18— роликосакалочная машина; 19— кантователь листов № 1; 20 (1-5)— ножницы поперечной резки; 21— передаточный шлеппер; 22— роликовая правильная машина РПМ № 1; 23— дисковый холодильник; 24— РПМ № 2; 25— охлаждающее устройство; 26— роликовые нормализационные печи; 27 — возвратный шлеппер; 28— РПМ № 3; 29— инспекционный стеллаж № 1; 30— ультразвуковой дефектоскоп; 31 — разметочная машина; 32— транспортер для проб; 33— инспекционный шлепперный стеллаж № 2; 34— дисковые ножницы; 35— кромкообрезные ножницы № 2 и 3; 36— клеймитель и маркировщик; 37-печи для термообработки; 38 — шлепперы с кантователями; 39— рольганг-весы; 40— карманы; 41 — стеллаж огневой зачистки- 42 — РПМ № 4; 43- ножницы № 5; 44— РПМ № 5; 45- РПМ № 6; 46- ножницы поперечной резки № 6; 47— мостовой кран (на плане показаны не все краны); 48— дымовые трубы; 49 — тележка

струкционных и легированных марок стали.

Исходной заготовкой являются катаные и литые слябы толщиной 130—250 мм, шириной 1100—1900 мм, массой от 2,2 до 16,0 т, а также слитки массой от 10 до 30т и размерами 450 ÷ 940 × 1300 ÷ 2000 × 2400 ÷ 3000 мм.

На рис. 7.8 представлен план расположения оборудования стана 3600. В состав основного оборудования входят: нагревательные колодцы 1 (для слитков) и методические печи (для сляб) 16 с соответствующим оборудованием; участок рабочих клетей в составе вертикальной двухвалковой клетки 900x1400 (окалиноломатель), черновой реверсивной четырехвалковой 30/1800x3600—3400 и чистовой реверсивной четырехвал- [ети 1030/1800x3600—3400 для прокатки листов и плит а отделки листов и плит.

В линии стана установлены подъемно-опускающийся стол 8 (для поперечной передачи металла), роликосакалочная машина 18, кантователь листов 19, роликоса правильная машина 22, охлаждающее устройство 25, ультразвуковой дефектоскоп 30, разметочная машина 31, ножницы поперечной резки 20-2.

Технологический процесс прокатки осуществляется следующим образом.

Слябы со склада транспортируют тележкой 13 к загрузочному рольгангу 14 и сталкивателем загружают на печной рольганг 14, затем взвешивают на весах 15 и толкателями (усилием 2x2500 кН и ходом до 5100 мм) загружают в методические печи

16. Слябы, нагретые в печах до температуры 1180—1280С⁰, рольгангом транспортируют к вертикальной клети. Отбракованные после нагрева слябы удаляют с рольганга (в поперечном направлении) на стеллаж и далее тележкой возвращают на склад.

При реверсивной прокатке сляба в вертикальной клети взрыхляют его окалину и калибруют по ширине. Перед прокаткой в черновой клети сляб (длиной не более 3400 мм) рольгангом с коническими роликами кантуют в горизонтальной плоскости на 90° и ведут поперечную прокатку (с целью увеличения ширины сляба до требуемой ширины листа); после этого сляб снова кантуют на 90° и осуществляют уже продольную прокатку.

При реверсивной прокатке сляба в черновой четырехвалковой клети (с периодическим обжатием боковых граней сляба в вертикальной клети) со скоростью до 4,4 м/с получают раскат толщиной 20—75 мм, который рольгангом подают к чистовой четырехвалковой клети и раскатывают до толщины листа 5—50 мм за несколько реверсивных проходов при температуре не ниже 1050—830 °С со скоростью до 6 м/с.

Вертикальная клеть выполнена с приводом от двух электродвигателей постоянного тока мощностью 1800 кВт каждый и частотой вращения 0—60—120 об/мин, обеспечивающими скорость прокатки до 3,5 м/с; раствор валков 1000—3600 мм.

Черновая (горизонтальная) четырехвалковая клеть кварто 3600 (6) имеет индивидуальный привод каждого рабочего валка от электродвигателя постоянного тока мощностью 6920 кВт, 0—40—80 об/мин; максимальный раствор валков 1000 мм; усилие прокатки достигает 45 МН.

Чистовая (горизонтальная) четырехвалковая клеть 3600 также выполнена с индивидуальным приводом каждого валка от электродвигателя постоянного тока мощностью 8800 кВт, 0—70—140 об/мин; максимальная высота подъема верхнего валка 160 мм; усилие прокатки достигает 45 МН.

После прокатки полоса по рольгангу поступает к ножницам № 1 с верхним резом 20 усилием 19 МН для обрезки переднего и заднего конца и при необходимости резки полос толщиной 5—50 мм и шириной 2150—3450 мм на мерные длины при температуре 300—900 °С. Между чистовой клетью 17 и ножницами 20 предусмотрено место для установки роликовой закалочной машины 18, предназначенной для закалки толстых листов с прокатного нагрева или для охлаждения листов толщиной 5—10 мм до температуры 550 °С, направляемых в дальнейшем на нормализацию.

За ножницами № 1 металл направляют по одному из следующих четырех технологических маршрутов: 1) листы с коробовой поверхностью подвергают горячей правке при температуре около 500 С⁰ (для упрочнения листов) на роликовой правильной машине 22 (№ 1) и далее по рольгангу направляют на дальнейшую отделку; 2) листы толщиной 20—50 мм частично охлаждают на дисковом холодильнике 23 (первая секция) и правят на правильной машине 24 (№ 2); в этом случае правильная машина 22 сдвигается с линии рольганга и заменяется передвижной секцией рольганга; далее листы охлаждают до 100—200 °С на холодильнике (вторая и третья секции) и до 50—100 °С водой в охлаждающем устройстве 25; 3) листы толщиной 5—20 мм по шлепперу 21 поступают в нормализационные печи 26 (№№ 1, 2, 3); после нормализации листы шлеппером 27 подают для правки к правильной машине 28 (№ 3), затем подвергают охлаждению на холодильнике 23 и передают на основной рольганг в линии стана; 4) закаленные на роликовой закалочной машине 18 листы с требуемой планшетностью по шлепперу 21 поступают в карманы 40 и далее тележкой передаются в пролет отделки.

Листы (с маршрутов 1—3) по рольгангу основной линии стана направляют на инспекционный стеллаж 29 (№ 1) (для контроля качества поверхности и маркировки), затем подвергают ультразвуковой дефектоскопии, отбирают от листов пробы

(31,20,32), зачищают дефекты на инспекционном столе 33 и передают на две линии для раскроя листов толщиной 5—20 и 20—50 мм на заданные размеры (34-36,20).

После этого листы шлеппером 38 передают на дополнительную термообработку в печи 37 (№ 4, 5, 6 и 7) или на окончательную зачистку на шлепперах 38. Прошедшие ОТК листы направляют: годные — на правую часть линии, где их взвешивают, укладывают в пакеты и пр., дефектные — на левую часть линии для дополнительной зачистки, правки, резки.

Технологический процесс прокатки и отделки плит включает следующие операции: 1) нагрев слитков в нагревательных колодцах 1 и передача их краном в стационарную опрокидыватель 2, который укладывает слиток на рольганг в линии стана; 2) прокатку слитков в вертикальной и черновой клетях в плиты толщиной 51—200 мм (с разбивкой слитков по ширине и использованием гидросбива окалины под давлением 1,50-кН/мм²); 3) клеймение плит и укладывание плит в пакет (2—8 штук массой до 90 т) на штабелирующем столе 8; 4) передачу пакета плит тележкой 9 в пролеты замедленного охлаждения для огневой резки 10, зачистки 11 (при необходимости плиты подвергают термообработке в камерных печах 12 с выдвижным подом).

Проектная производительность толстолистого стана 3600 составляет 1,75 млн. т плит и листов в год; масса механического оборудования более 60 000 т.

Стан 5000 Ижорского завода является последним достижением в развитии производства толстого листа. И это несмотря на то, что его окончательное строительство еще не завершено и сопровождается некоторой корректировкой начального проекта.

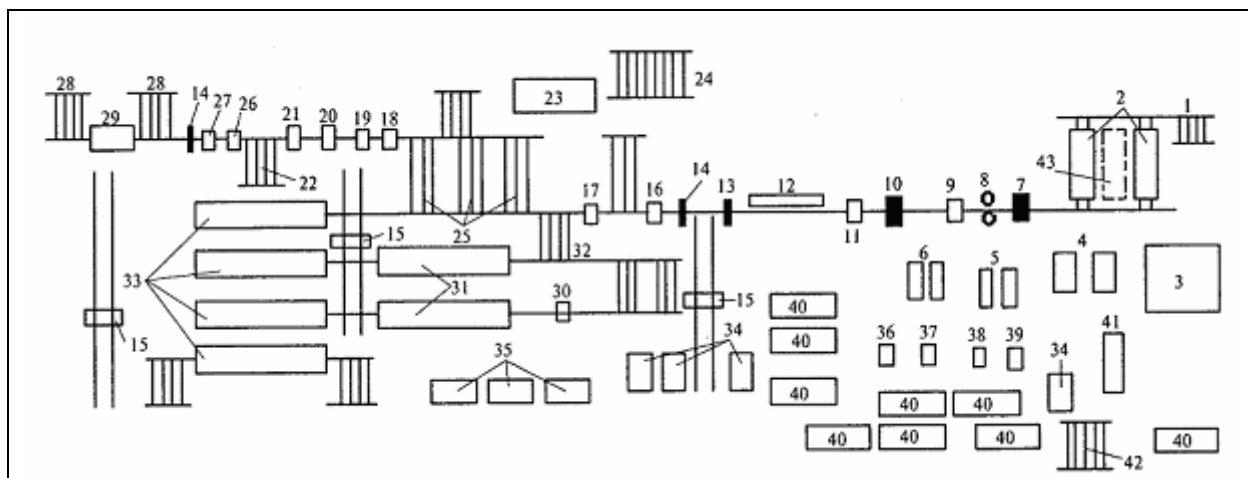


Рис. 7.9. Схема расположения оборудования стана 5000 (по проекту на полное развитие стана):

1 — загрузочный стол; 2 — методические печи с шагающими балками; 3 — нагревательные колодцы; 4 — нагревательные камерные печи с выкатным подом; 5 — электрические вакуумные печи; 6 — вакуумные индукционные печи; 7 — горизонтальная клетчатая установка; 8 — вертикальная клетчатая установка; 9 — машина огневой зачистки; 10 — рабочая клетчатая установка; 11 — установка регламентированного охлаждения; 12 — установка термоупрочнения листов; 13 — клеймитель; 14 — маркировщик листов; 15 — тележка; 16 — листопрямляющая машина ЛПМ № 2; 17 — двойные кромкообрезные ножницы (СКОН) № 1; 18 — ЛПМ № 3; 19 — ЛПМ № 4; 20 — установка ультразвукового контроля; 21 — установка контроля механических свойств; 22 — инспекционный стол; 23 — электрическая печь; 24 — установка ускоренного охлаждения; 25 — холодильник; 26 — СКОН № 2; 27 — ножницы продольной резки; 28 — листоукладчик; 29 — машина выборочной зачистки листов; 30 — установка дробезетной зачистки; 31 — закалочные печи № 1—2; 32 — холодильник; 33 — отпускные печи № 3—6; 34 — неоттапливаемые колодцы; 35 — термические печи с выкатным подом; 36 — машина огневой резки плит; 37 — две установки газовой резки листов; 38 — кантователь; 39 — машина для зачистки листов и плит; 40 — термические печи с выкатным подом; 41 — установка для мойки и сушки слябов слитков; 42 — водяной закалочный механизированный бак

Стан предназначен для горячей прокатки толстых листов $8 \div 50$ мм шириной 2500 ÷ 4600 мм и плит толщиной до 450 мм из различных марок сталей, включая специальные марки, применяемые в химическом машиностроении, судостроении и атомном машиностроении. Наиболее массовой должна стать продукция для изготовления труб большого диаметра (до 1420 мм) из таких марок сталей, как 09Г2БТ, 14Г2АФУ, 09Г2ФБ, 17Г2АФ, 14Г2САФ, 15ХГНМФТ с пониженным содержанием примесей (серы < 0,005%), категории прочности до К-70,

прокатанная по контролируемому режиму и прошедшая в прокатном цехе 100% контроль неразрушающими методами на расслоение.

Исходной заготовкой служат литые слябы (толщиной 150 ÷), слитки и брамы (кованые слябы из крупных слитков).

Рассмотрим проектную схему расположения оборудования на полное развитие стана 5000 (рис. 7.9).

Состав основного оборудования стана

В пролетах склада литых слябов размещаются разгрузочно-загрузочные устройства с весами для слябов, загрузочный рольганг для подачи слябов в нагревательные печи, а также склад валков и передаточная тележка для передачи валков в вальцетокарную мастерскую. Нагревательные печи приняты с шагающими балками. В печах такого типа обеспечивается минимальное время нагрева слябов, что приводит к минимальной потере металла в окалину при нагреве. Кроме того, обеспечивается равномерный нагрев слябов.

Для прокатки листов предусмотрены черновая и чистовая клетки кварто с диаметром опорных валков 2400 мм, рабочих 1180 мм, длиной бочки 5000 мм. Максимальная скорость прокатки равна 5 м/с. Для обеспечения минимальной разнотолщинности полосы по ширине листа в чистовой клетке предусмотрен противоизгиб рабочих валков.

Для выпуска листов по контролируемому режиму с повышенными механическими свойствами и улучшенной структурой перед клетями предусмотрены обводные линии рольгангов для контролируемого охлаждения раската в процессе прокатки. За чистовой клетью устанавливается оборудование для ускоренного охлаждения раскатов, а также линия для закалки раската с прокатного нагрева в составе роликовой закалочной машины и роликовой печи для отпуска. Для обрезки концов раскатов и деления раската на две части (при необходимости) устанавливаются ножницы поперечной резки. Горячая правка раската осуществляется на одной роликоправильной машине, охлаждение листов — на двух холодильниках шагающего типа.

Нормализация листов с прокатного нагрева проводится в нормализационной печи.

Для термической обработки товарных листов вне потока стана устанавливают печь для нагрева листов длиной 18 м под закалку, роликозакалочную машину и роликовую печь для отпуска листов после закалки с последующей передачей термообработанных листов на линию отделки.

Отделка прокатанных полос осуществляется в технологическом потоке стана на двух линиях с установкой двух роликоправильных машин для холодной правки, кромкообрезных ножниц, ножниц поперечной резки для порезки на длину 18,5 м и менее, приборов контроля геометрических размеров, маркировщиков для механизированной маркировки. Внутренние дефекты контролируют на ультразвуковых установках, визуальный контроль — на двух инспекционных стеллажах с кантовкой листов, выборочная зачистка — также на двух стеллажах с кантовкой листов. На отводящем рольганге за стеллажами устанавливаются ножницы для вырезки проб.

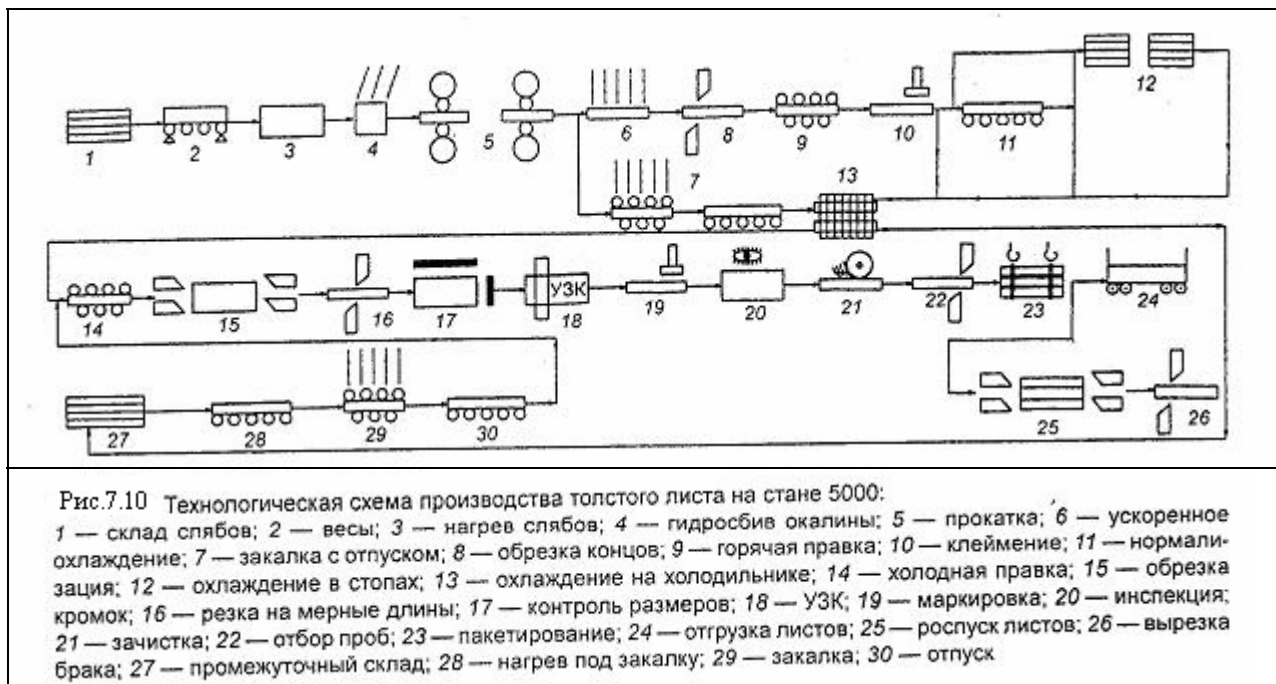
Готовые листы в пачках хранятся на складе готовой продукции, где установлены пакетировщики для укладки листов в пачки со взвешиванием и автоматической регистрацией массы. На складе также разделяют листы на ширину до 4600 мм на отдельно стоящих ножницах продольной резки, а также вырезают дефектные места ножницами поперечной резки.

Технологическая схема производства

Предусматриваются: прокатка по контролируемому режиму, обычная прокатка с последующей нормализацией, закалка с прокатного нагрева, замедленное

охлаждение раскатов в стопах, обычная прокатка с последующей закалкой и отпуском вне потока.

Литые слябы из отделения непрерывной разливки стали поступают на стан в режиме горячего или холодного посада. При холодном посаде литые слябы из ОНРС передаточным шлеппером направляются на разгрузочные-загрузочные устройства с весами и далее на склад слябов, где поплавно укладываются в штабеля; со склада электромостовыми кранами слябы подаются на загрузочные устройства нагревательных печей. При горячем посаде слябы по загрузочному рольгангу направляются непосредственно в нагревательные печи (рис.7.10).



Технологические операции производства проката на участке рабочих клеток стана включают:

- нагрев слябов до 1150— 1250 С° в двухрядных печах с шагающими балками. При необходимости бракованные слябы могут убираться на склад слябов при помощи устройства возврата;

- гидросбив окалины;

- прокатку сляба в черновой клетке кварто до заданной ширины готового листа с учетом об резки кромок. Температура начала прокатки > 980 С°, обжатие ≥ 15 % за проход;

- в случае прокатки листов по «контролируемому режиму» — контролируемое охлаждение на воздухе со скоростью 0,5—1 °С/с на специальных устройствах;

- прокатку раскатов (при 3,5-4-кратной толщине подката) до конечных размеров в чистовой клетке кварто. Температура начала прокатки 740—850 °С.

- Относительное обжатие ≥ 15 %;

- при необходимости охлаждение раската в дулирующей установке со скоростью 10—20 С°/с до 450-550 С°;

- обрезку концов раската на ножницах с механизированной уборкой обрезки транспортером в скрапной пролет;

- правку раскатов на правильной машине горячей правки;

- клеймение горячего раската.

Дальнейшая отделка готовой продукции производится по одной из следующих технологических схем.

А. Отделка листов, прошедших прокатку по «контролируемому режиму» и не требующих термообработки:

- охлаждение раскатов на холодильнике;
- правка раскатов в зависимости от толщины на одной из правильных машин холодной правки;
- передача раскатов на две линии отделки;
- обрезка боковых кромок раската на ножницах с механизированной уборкой обрезки в скрапной пролет;
- резка раскатов на мерные длины на ножницах с механизированной уборкой обрезки в скрапной пролет;
- контроль геометрических размеров листов;
- маркировка листов;
- проверка внутренних дефектов листов;
- осмотр поверхности листов на инспекционных стеллажах с кантовкой и разметкой дефектных мест;
- двухсторонняя зачистка дефектов листов;
- вырезка и подготовка проб;
- укладка готовых листов в карманы с автоматическим взвешиванием;
- уборка листов на склад готовой продукции;
- отбракованные листы поступают на линию вырезки дефектов на ножницах и собираются в специальный карман для некондиционных полос.

При необходимости получения листов шириной менее 4600 мм листы со склада готовой продукции подаются на ножницы продольной резки роспуска,

Б. Производство листов, требующих нормализации в роликовой термической печи:

- передача полос шлеппером в роликовую термическую печь;
- подогрев полос до 980 С°, выдержка 2—3 мин;
- водовоздушное охлаждение листа;
- далее последовательность технологических операций по схеме А.

В. Производство листов с закалкой с прокатного нагрева и отпуском:

- передача раската за чистовой клетью кварто передаточным шлеппером к роликовой закалочной машине;
- закалка в роликовой закалочной машине со скоростью 30-50 С°/с до 200С °;
- отпуск в роликовой отпускной печи с 600 С°;
- передача раската передаточным шлеппером на подводящий рольганг холодильника;
- далее последовательность технологических по схеме А.

Г. Производство листов, требующих замедленного охлаждения на воздухе в стопах:

- передача раската за клеймителем передаточным шлеппером и электромостовым краном на склад отделения нормализации;
- укладка раската в стопы и замедленное (≤ 48 ч) охлаждение на воздухе от 400—600 С° до 100 С°;
- передача раската на передаточный шлеппер и его транспортировка через холодильник к линиям отделки;
- далее последовательность технологических операций по схеме А.

Д. Производство листов, требующих закалку с отпуском в роликовых термических печах вне потока стана:

- передача раскатов после охлаждения на холодильниках на разгрузочное устройство;
- уборка раскатов электромостовым краном на промежуточный склад перед термообработкой;
- передача раскатов электромостовым краном на загрузочное устройство

- роликовой печи для нагрева под закалку;
- нагрев до 980 °С, выдержка 2—3 мин;
- закалка полос в роликовой закалочной машине до 80 С°;
- передача полос шлеппером к печи для отпуска;
- нагрев полос до температуры отпуска 500—700 С°;
- далее последовательность технологических операций по схеме А.

Рельсобалочные станы

Рельсобалочные станы выпускают в основном железнодорожные рельсы тяжелого типа (в термообработанном виде) и тавровые балки крупного сечения. На станах прокатывают также и другие крупные сортовые профили: швеллеры, уголки, шпунты для гидросооружений, круглую заготовку и т. д. Для производства этих профилей в цехе установлены также соответствующие печи и устройства для термической обработки и закалки рельсов.

На рис. 7.11 представлен план расположения оборудования линейного рельсобалочного стана 950/800 конструкции УЗТМ, предназначенного для прокатки и термической обработки рельсов тяжелого типа (50, 65 и 75 кг/м) стандартной длиной 25 м; для прокатки широкополочных двутавровых балок (высотой до 600 мм с шириной полок до 250 мм), швеллеров высотой 300—400 мм, уголков 180x180—230x230 мм; шпунтовых профилей длиной 6—24 м, а также круглой заготовки диаметром 120—350 мм и длиной 5—8 м. В качестве исходной заготовки для прокатки этих профилей применяют блюмы сечением до 350x350 мм, длиной 3—6 м и массой 2—6 т.

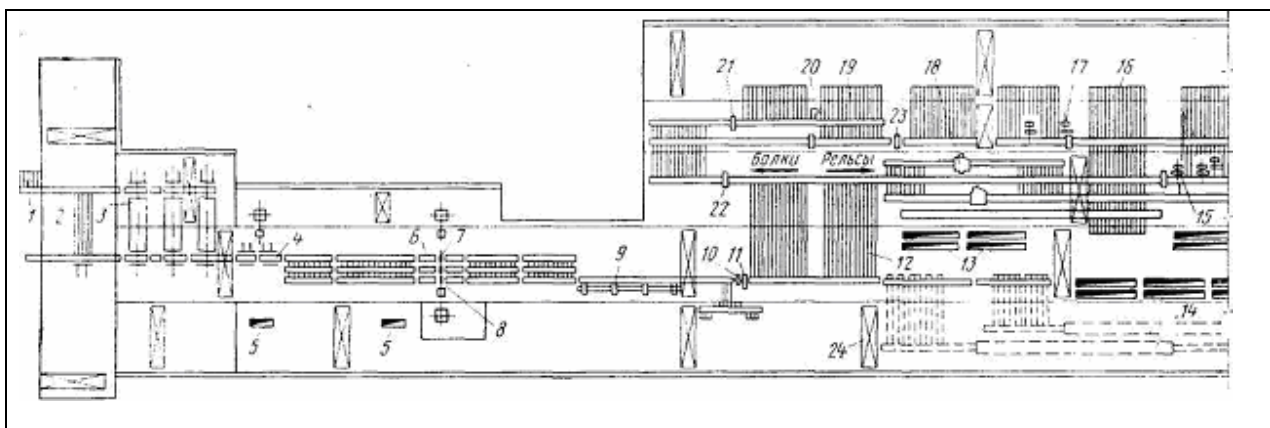


Рис. 7.11. План расположения оборудования линейного рельсобалочного стана 950/800 конструкции УЗТМ:

1 — загрузочная решетка для блюмов; 2 — рольганг; 3 — нагревательные печи; 4 — черновая двухвалковая клеть 950X2350 мм; 5 — яма для сбора и выгрузки окалины; 6 — подъемно-качающиеся столы у трехвалковых клетей; 7 — две трехвалковые клетки 800X1900; 8 — чистовая двухвалковая клеть 850X1200 мм; 9 — дисковые пилы; 10 — клеймовочная машина; 11 — гибочная машина; 12 — холодильник; 13 — колодцы замедленного охлаждения рельсов; 14 — нормализационные печи; 15, 17 — фрезерные и сверлильные станки; 16 — поточные линии отделки рельсов; 18 — правильные машины для рельсов; 19 — инспекционные стеллажи; 20 — дисковая пила трения; 21 — правильный пресс; 22 — правильная машина для балок; 23 — ножницы; 24 — мостовые краны

От блюминга 1150 блюмы шлеппером подают к нагревательным печам. Если блюмы поступают со склада, то их краном загружают на приемные решетки и с них — на загрузочный (печной) рольганг рельсобалочного стана.

Рельсобалочный стан 950/800 — линейного типа, имеет четыре клетки, расположенные в две линии: 1) первая линия состоит из реверсивной двухвалковой клетки 950x2350 (рис.7.12, б) с приводом от электродвигателя постоянного тока

мощностью 5000кВт, 0—70—110 об/мин, через зубчатую муфту, шестеренную клеть ($A = 1000$ мм) и универсальные шпиндели; 2) вторая линия состоит из двух черновых трехвалковых клетей 800 и одной чистой двухвалковой клетки 850 (черновые трехвалковые клетки 800х1900 мм приводятся от одного электродвигателя постоянного тока мощностью 8100 кВт, $HO—200$ об/мин, а чистовая двухвалковая клеть 850х1200 мм — от отдельного электродвигателя мощностью 2100 кВт, 100—220 об/мин (7.12, а)

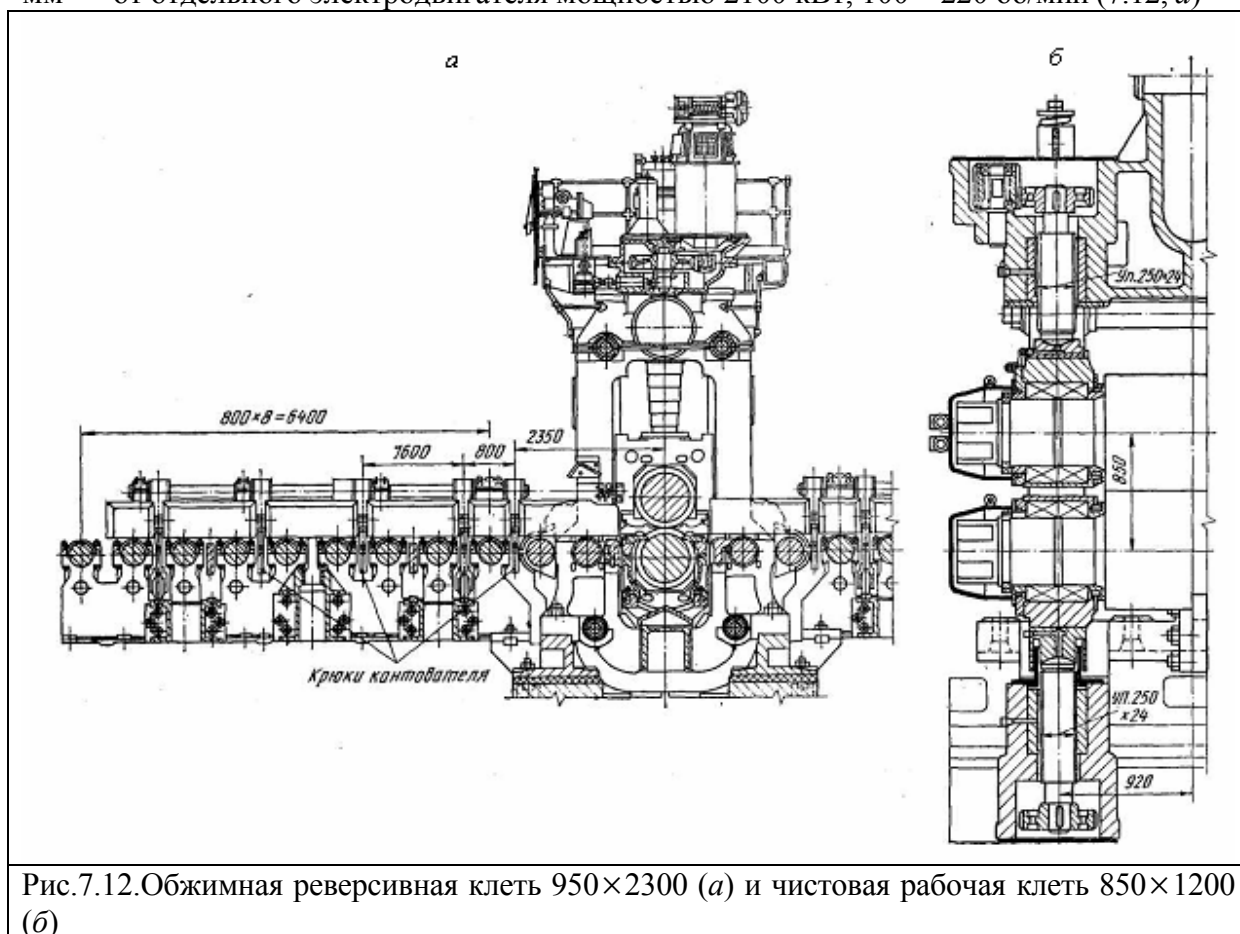


Рис.7.12.Обжимная реверсивная клеть 950×2300 (а) и чистовая рабочая клеть 850×1200 (б)

Нагретые в печи блюмы выдают на подводящий рольганг обжимной клетки 950, где заготовку, раскатывают (как правило, за 5 пропусков) в предварительно профилированную полосу. Затем полосу рольгангами подают к первой трехвалковой клетки 800 черновой линии, где ее за 3—4 пропуска раскатывают в более точно профилированную полосу. По выходе из первой клетки полосу цепными шлеперами и рольгангами подают ко второй клетки этой же линии. Во второй трехвалковой клетки 800 полосу за 3—4 пропуска раскатывают до заданного профиля, затем цепными шлеперами и рольгангами передают к чистой двухвалковой клетки 850, где за один пропуск ее окончательно профилируют.

Прокатанную в рабочих клетях полосу в зависимости от назначения профиля обрабатывают по одному из следующих технологических процессов.

Финишная обработка рельсов

После выхода из рабочей двухвалковой клетки 850 полосу рольгангами подают к пилам горячей резки металла для разрезки ее на мерные длины (25 м). Во время реза рельс закрепляют зажимами и при этом наносят на рельсы их порядковый номер в слитке. Затем разрезанные на мерные длины рельсы проходят через штемпельную машину, которая наносит на них номер плавки, и поступают в гибочную машину для изгиба их на подошву (с целью уменьшить деформацию рельсов при последующем охлаждении). По выходе рельсов из гибочной машины их передаточными

устройствами передают в отделение замедленного охлаждения в не отапливаемых коробах или ямах.

После охлаждения рельсы подают к одной из двух роликотправительных машин и задают в нее с помощью подъемных роликов, встроенных в подводные рольганги.

За один проход через роликотправительную машину рельсы выправляют в плоскости оси симметрии профиля. Дефектные по кривизне полосы направляют для окончательной правки на пресса.

Выправленные рельсы передаточными устройствами подают на стеллажи поточных автоматических линий отделки рельсов, с которых они поочередно направляются к фрезерным, сверлильным и закалочным станкам для фрезерования торцов, сверления отверстий и закалки поверхности головок или головок на концах рельсов.

После выхода из поточных автоматических линий рельсы поступают на инспекторские столы для осмотра, приемки и передачи их на склад готовой продукции.

Забракованные рельсы с исправимыми дефектами передают на участки отделочных линий для последующего исправления.

Испытания проб, взятых от рельсов, проводят в отделении, оборудованном копром и рельсолوماتелем. Пробы для испытания рельсов вырезают первой салазковой пилой и сталкивают в карман, откуда остывшие пробы подают к копру и рельсолوماتелю.

Финишная отделка двутавровых и тавровых балок, швеллеров и угловой стали

После выхода из рабочей двухвалковой клетки 850 прокатанные профили (двутавровые балки, швеллеры и угловую сталь) подают рольгангами к пилам для резки на мерные длины (до 24 м), после чего разрезанные профили проходят через штемпельную машину, наносящую на них номер плавки. Затем, минуя гибочную машину, профили поступают на холодильник для охлаждения. Для повышения качества охлаждения проката холодильник оборудован в начале и конце кантователями для кантовки профильного проката.

После охлаждения профили подают к роликотправительной машине, где за один пропуск их выправляют в одной плоскости и далее подают к двум прессам для окончательной правки. Выправленный прокат транспортируют на стеллажи для разбраковки и последующей передачи годных полос на склад готовой продукции или же к ножницам холодной резки профильного проката для резки на меньшие мерные длины и после этого на стеллажи для разбраковки.

Для вырезки бракованных участков в профильном прокате в отделочном помещении установлена пила холодной резки.

Для прокатки на стане тавровых балок (высотой до 610 мм) с широкими параллельными полками (шириной до 250 мм) предусмотрена запасная универсальная клеть. Эту клеть устанавливают на место чистовой двухвалковой клетки и через нее полосу пропускают только один раз (чистовой пропуск) для получения балок с параллельными полками. В клетке, кроме обычных горизонтальных приводных валков 1000 × 600 мм, есть и вертикальные холостые валки 800 × 300 мм, расположенные в одной плоскости с горизонтальными (рис.7.13).

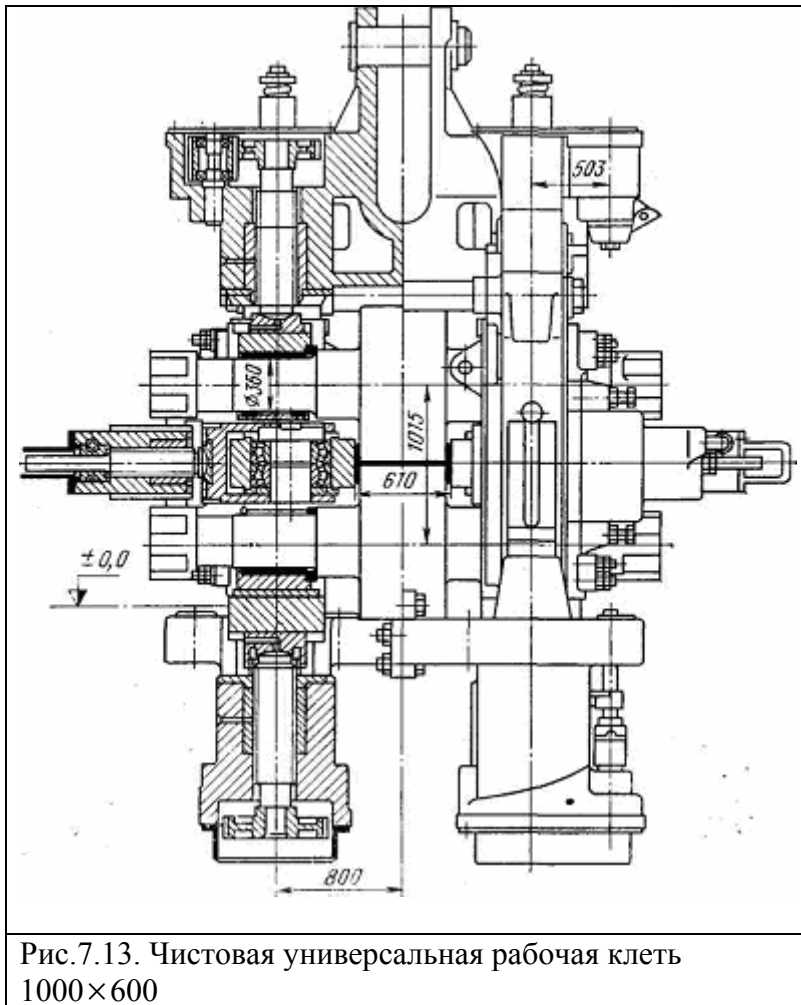


Рис.7.13. Чистовая универсальная рабочая клеть 1000×600

С целью повышения точности размеров широкополочных тонкостенных балок на некоторых станках применяют предварительно напряженные универсальные клетки.

Прокатка широкополочных балок

Применение широкополочных балок с параллельными полками вместо обычных двутавровых балок позволяет уменьшить массу металлоконструкций и сэкономить до 7—10 % металла благодаря более рациональному распределению металла по сечению, а также сократить затраты на изготовление и монтаж строительных изделий. За рубежом широкополочные балки высотой до 1000—1100 мм и шириной полок до 400—490

мм изготавливают в настоящее время на универсальных балочных станках в составе трех-осьми рабочих клеток специализированного (только для прокатки широкополочных балок) или комбинированного (для прокатки балок, крупносортовых профилей и др.) типов, которые устанавливают за спе-

циальными реверсивными блюмингами 1270—1500. В состав ряда балочных станков входят универсальные рабочие клетки с приводными горизонтальными и холостыми вертикальными валками, расположенными в одной вертикальной плоскости.

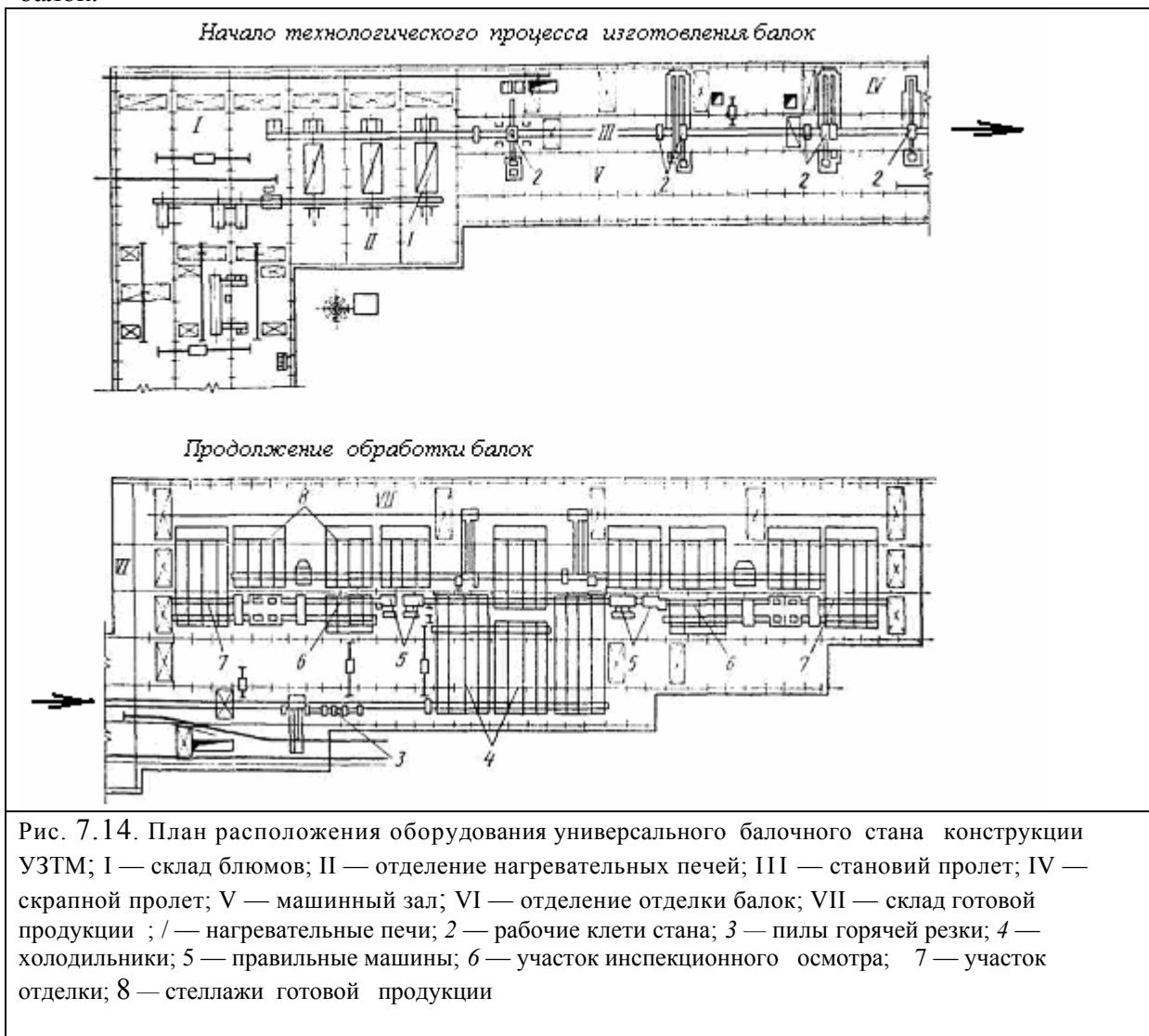
Наиболее современными балочными станками являются станы с диаметром горизонтальных валков 1070—1370 мм, производительностью до 500—1000 тыс.т. в год.

В середине 70-х годов на Нижне-Тагильском металлургическом комбинате был установлен универсальный балочный шести клетевой стан конструкции УЗТМ в комплексе с блюмингом 1500 производительностью 3,0 млн. т в год, рассчитанным на производство также и фасонных заготовок сечением до 450x1225 мм и массой до 21,8 т для последующей прокатки их на балочном стане.

В основной сортамент балочного стана входят двутавровые балки высотой 100—1000 мм, шириной полок 200—420 мм и длиной от 6 до 30 м.

В состав стана входят (рис. 7.14): участок нагревательных печей (три печи с шагающими балками с пропускной способностью по 170 т/ч каждая); обжимная реверсивная двухвалковая клеть 1300x2800 с приводом валков от двух электродвигателей общей мощностью 10 500 кВт; две реверсивные универсальные

балочные группы клетей, каждая из которых состоит из универсальной двухвалковой клетки с горизонтальными валками 1500x1000 мм и вертикальными валками диаметром 1100 мм и вспомогательной двухвалковой клетки с горизонтальными валками диаметром 1250x1300 мм; одна чистовая нереверсивная универсальная двухвалковая клеть с горизонтальными валками 1500x1000 мм и вертикальными диаметром 1100 мм, а также участки пил горячей резки, холодильников, правильных машин и отделки балок.



Технологический процесс прокатки балок на стане начинается с нагрева заготовок в печах с шагающими подом, из которых заготовки специальными устройствами без удара извлекают и укладывают на приемный рольганг стана. Нагретые заготовки по рольгангу подают к реверсивной обжимной двухвалковой клетке 1300, после этого прокатку раската осуществляют последовательно за 8—12 пропусков в двух универсально-балочных группах клетей и за один пропуск в чистовой клетке. Перед клетями окалину сбивают с поверхности раската водой под высоким давлением.

Затем раскаты длиной до 100 м подают рольгангами на участок пил (шесть пил горячей резки), где за два-три приема разрезают их на мерные длины. После этого балки клеймят и направляют на холодильники с шагающими балками. Остывшие балки по двум потокам передают для правки на роликовые машины и инспекционного осмотра в потоке линии, а затем направляют на склад или на участки отделки. Готовые профили, признанные годными, грузят в вагоны.

Технологическими особенностями производства балок на новом универсальном балочном стане являются: 1) последовательная прокатка профилей в клетях, расположенных в одну линию, без применения раскатных полей и поперечного перемещения металла; 2) правка балок на роликовых машинах в двух взаимно перпендикулярных плоскостях; 4) инспекционный осмотр балок в потоке.

Универсальный балочный стан оснащен системами автоматического управления оборудованием участка нагревательных печей главных линий стана, пилами горячей резки и холодильниками, а также системами рационального раскроя металла на пилах, сбора и обработки технологической информации.

Проектная производительность стана составляет 1,5 млн. т в год; общая масса механического оборудования 34500 т и общая мощность главных приводов стана 37200 кВт.

За рубежом (в США, Японии, Швеции, Италии и других странах) созданы станы для производства сварных широкополочных балок, состоящих из трех полосовых элементов, с применением высокочастотной сварки, не требующей флюсов и электродов.

Большое распространение получили станы, созданные фирмой «AMF Termatool» (США). Один из станов конструкции этой фирмы предназначен для сварки широкополочных двутавровых балок высотой 150—406 мм и шириной полок 50—150 мм (при вертикальном расположении стенки балки) со скоростью сварки 9—46 м/мин. Стан состоит: из участка разматывателей, на которых установлены три рулона полос: один с вертикальной осью размотки для образования стенки балки и два с горизонтальной осью размотки для образования полок балки); машин предварительной обработки полос перед сваркой - правки рулонного проката на роликовых правильных машинах, осадки кромок у полос, идущих на образование стенки (с целью увеличения прочности сварного соединения- кромки полосы утолщаются на 25—30 %) на многороликовой машине и предварительной гибки полос, идущих на образование полос; сварочной машины — основного агрегата стана, обеспечивающего непрерывную сварку двух продольных швов; устройств для зачистки и охлаждения сварного шва и машины для отделки готовой продукции — правки стенок и полок балки, резки летучей пилой на мерные длины.

Станы для сварки балок с вертикальным расположением стенки отличаются более простыми средствами подачи элементов профиля, их установки и сварки (по сравнению со станами, обеспечивающими сварку трех полос с горизонтальным расположением стенки); кроме того, облегчена работа оператора, так как он имеет возможность наблюдать за сваркой двух швов одновременно.

Средне-, мелкосортные и проволочные станы

В качестве примера рассмотрим схему (рис. 13.24) расположения оборудования стана 350 ОАО "Кировский завод" (Санкт-Петербург, ЗАО «Металлургический завод "Петросталь"»). Нагретая в печи с шагающим подом квадратная заготовка со стороной 100 и 120 мм прокатывается в первой клетке 530 в один или три пропуска в реверсивном режиме. В остальных клетях производится по одному пропуску... Передача раската мелкого сечения с первой линии на вторую и со второй на третью производится с помощью обводного аппарата. Более крупный раскат передается на вторую линию по шлепперу, а на третью — по косому рольгангу. После 10-й клетки на летучих ножницах мелкий прокат можно разрезать пополам на длины, которые размещаются на холодильнике, а после охлаждения эти профили разрезаются на мерные длины 2—6 м на ножницах холодной резки. Крупные профили разрезаются на мерные длины на пилах горячей резки перед холодильником.

После холодильника прокат может быть подвергнут термообработке по различным режимам в печах, установленных в линии прокатного стана. Печи позволяют провести нормализацию, т. е. выдержку при температурах начала рекристаллизации металла и охлаждение на воздухе, что обеспечивает равномерную мелкозернистую структуру металла. Предусмотрен режим прокатки "из печи в печь", когда в одной печи происходит нагрев металла по определенному режиму, и соответственно во второй печи производится контролируемое охлаждение. По технологической инструкции предусмотрено около 10 различных режимов охлаждения и термообработки проката. Наконец, термические печи

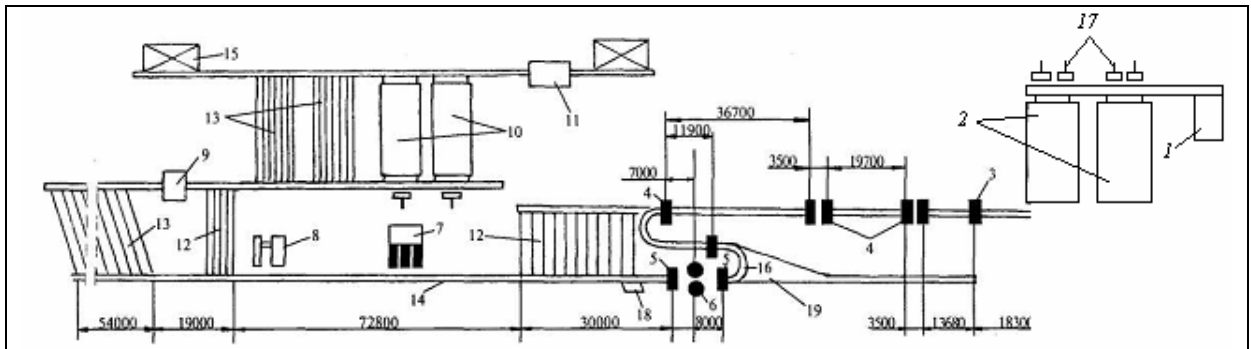


Рис. 7.15. Схема расположения оборудования стана 350 ЗАО "Петросталь":

1— загрузочное устройство; 2 — печи с шагающим подом; 3— реверсивная клеть 530; 4 — горизонтальные клетки 480; 5 — горизонтальные клетки 370; 6— вертикальная клеть 370; 7— 3-валковый 3-клетевой калибрующий блок; 8— пилы горячей резки; 9 — ножницы холодной резки; 10— термические печи с шагающим подом; 11 — правильная машина; 12— шлепперы; 13— холодильник; 14 — рольганги; 15— карманы; 16— обводной аппарат; 17— толкатели; 18 — летучие ножницы; 19— косой рольганг

могут выполнять функции обычного рольганга для транспортировки металла.

Особенность стана - наличие 3-валкового калибрующего блока для производства калиброванного проката (рис.7.16). Блок можно убирать с линии проката в случае ненадобности и производить прокат обычной точности.

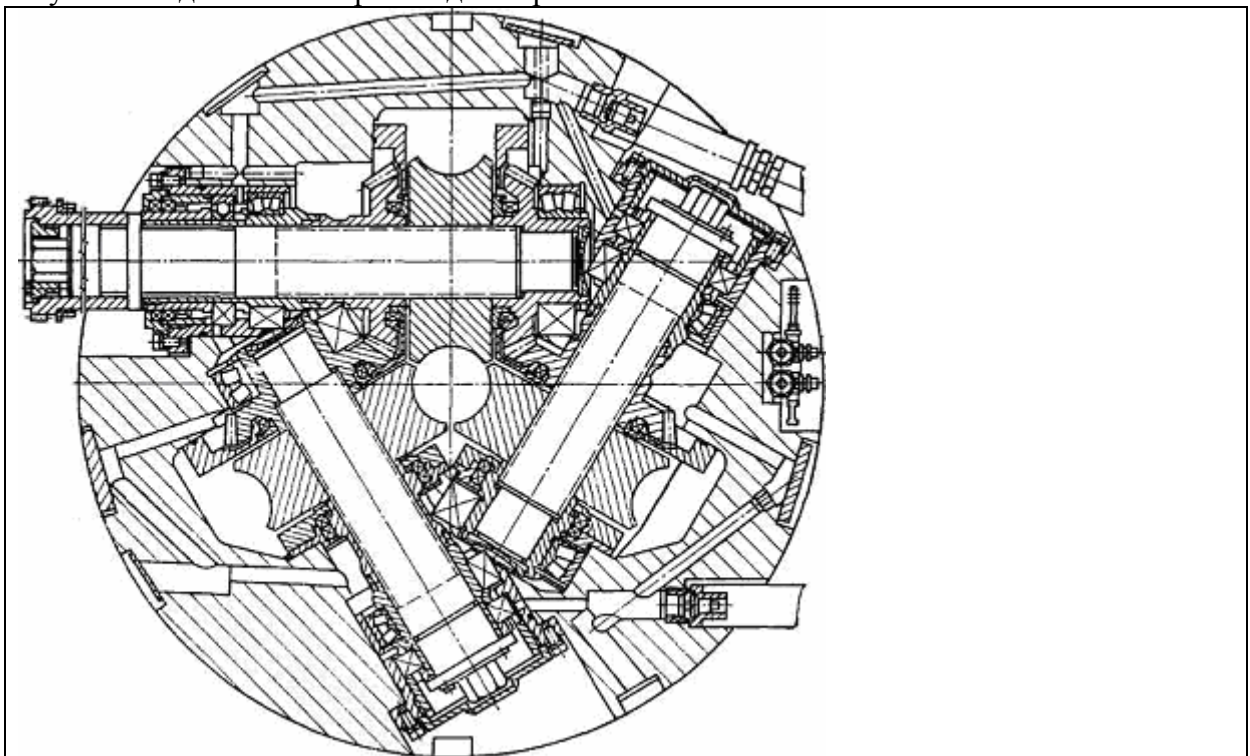


Рис 7.16. Конструкция трехвалкового рабочего блока с внешним приводом одного валка и внутренним приводом двух других валков коническими шестернями

На схеме не показана иглофрезерная установка, находящаяся вне основного потока проката. На этой установке с помощью жестких металлических щеток — иглофрез — с поверхности круглого проката снимается окалина. Принцип действия установки

такой же, что и на бесцентровом шлифовальном станке: три фрезы, вращающиеся в одну сторону, создают вращение находящейся между ними круглой штанги. За счет некоторого перекося осей иглофрез создается осевая сила, затягивающая штангу в очаг иглофрезерования. Жесткие щетки способны не только счищать окалину, но и снимать тонкий слой основного металла, поэтому поверхность прутка после иглофрезерования имеет блестящий вид, хотя качество ее значительно хуже полученной при сплошной обдирке резовыми головками или шлифовальными кругами. Горячекалиброванный металл с освобожденной от окалины поверхностью по качеству приближается к холоднокалиброванному и по ряду показателей превышает его.

В настоящее время сравнительно мало сортопрокатных цехов, снабженных термическими печами, расположенными в основном потоке прокатного стана. Гораздо чаще применяют установки для ускоренного охлаждения проката.

На рис. 7.18 показана схема расположения оборудования мелко-среднесортного стана 350 Орско-Халиловского электрометаллургического комбината.

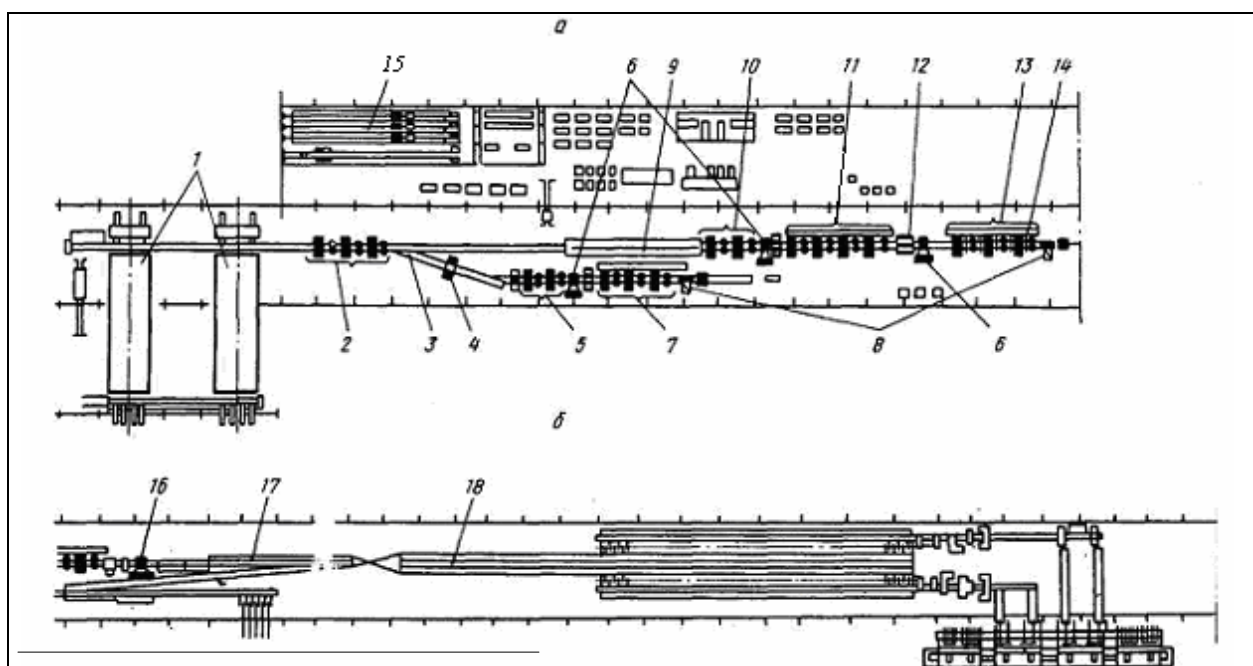


Рис.7.18Схема расположения оборудования мелко-среднесортного стана 350 ОЭМК:

а - нагревательные печи и участки прокатных клетей; б - холодильник и адьюстаж в потоке:

I - печи с шагающими балками; 2 - черновая группа клетей; 3 - направляющий желоб; 4 - трайб-аппарат; 5 - промежуточная группа клетей среднесортной линии; 6 - ножницы; 7 - чистовая группа клетей среднесортной линии; 8 - приборы измерения геометрии проката; 9 - двухниточная роликовая печь; 10 - первая промежуточная группа клетей мелкосортной линии; II - вторая промежуточная группа клетей мелкосортной линии; 12 - установка промежуточного охлаждения; 13 - чистовая группа клетей мелкосортной линии; 14 - петлерегуляторы; 15 - высотный склад для валков привалковой арматуры и запасных частей; 16 - ножницы перед холодильником; 17 -отводящий рольганг; 18 - приемный рольганг холодильника

Две параллельные линии: линия по выпуску среднего сорта и линия по выпуску мелкого сорта объединены черновой группой клетей 2. Обе линии в своем составе имеют группу промежуточных и чистовых клетей с чередованием горизонтальных и вертикальных клетей, при этом в мелкосортной линии установлено две группы промежуточных клетей. Между промежуточными группами и в конце линии прокатки установлены ножницы. Остальное оборудование – типично для данного типа стана.

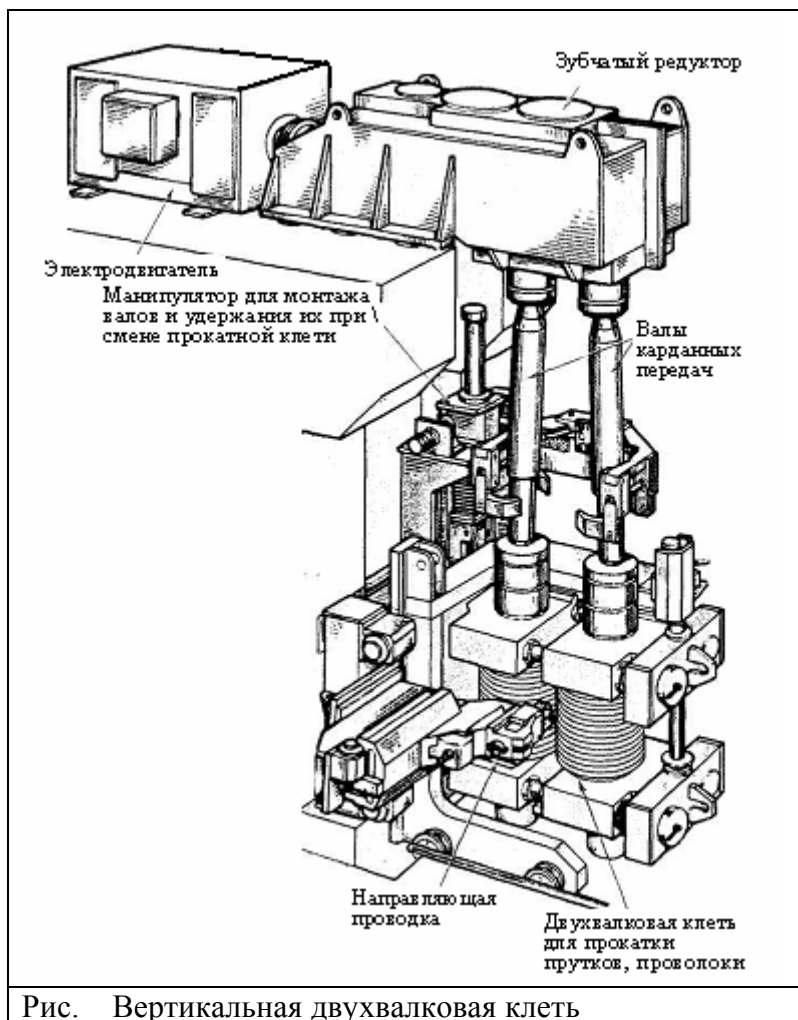


Рис. Вертикальная двухвалковая клетка

На рис. приведена двухвалковая вертикальная клетка для прокатки прутков и проволоки.

Проволочные станы

Рассмотрим работу непрерывного четырехниточного стана 150 ЧерМК (рис. 7.17),

Стан предназначен для прокатки канатки диаметром от 5,5 до 12 мм обычной и повышенной точности по ГОСТ 2590-88 из заготовки 100x100 длиной от 10 до 11,8 м из углеродистых, низколегированных и легированных марок стали. После реконструкции стана масса выпускаемого бунта увеличена до 2,5 т.

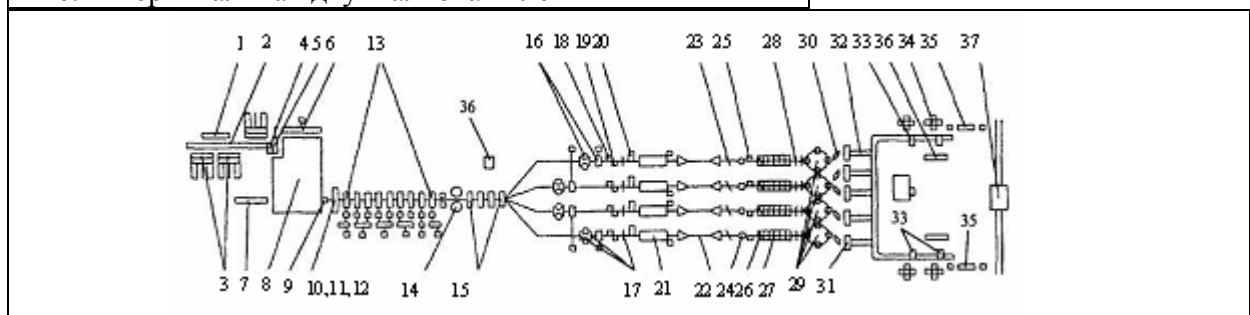


Рис. 7.17. Непрерывный четырехниточный проволочный стан 150 ОАО "Северсталь":

1 — сбрасыватель бракованной заготовки; 2 — подводящий рольганг; 3 — загрузочная решетка; 4 — весы; 5 — втаскиватель заготовки; 6 — толкатель; 7 — выталкиватель заготовки; 8 — методическая печь; 9 — аварийный вытаскиватель; 10 — распределительное устройство; 11 — задающее в клетку устройство; 12 — обрывные ножницы (аварийные); 13 — черновая группа клетей; 14 — аварийные ножницы; 15 — первая промежуточная группа клетей; 16 — вторая промежуточная группа клетей; 17 — петлерегулятор; 18 — крошительные ножницы (резка при застревании раската в блоке); 19 — летучие ножницы (резка переднего конца); 20 — обрывные ножницы (резка при аварии в блоках); 21 — 8-клетевой чистовой блок; 22 — установка для охлаждения водой; 23 — ножницы для обрезки концов; 24 — трайбаппарат; 25 — скрапные ножницы для резки отрезанных концов; 26 — виткообразователь; 27 — сетчатый пластинчатый транспортер; 28 — накопитель витков (моталка); 29 — круг поворотный; 30 — переключивающее устройство; 31 — установка для укладки витков; 32 — транспортер шаговый; 33 — устройство передачи мотков; 34 — накопитель мотков; 35 — пакеировщик мотков; 36 — бракомоталка; 37 — передаточная тележка

После нагрева заготовка с помощью распределительного устройства задается в одну из четырех линий прокатки черновых клетей. В промежуточной линии прокатка ведется в две, а в чистовой — в одну нитку. Чистовая группа клетей состоит из восьми пар шайб диаметром 170 мм, изготовленных из твердого сплава.

Твердосплавные валки (шайбы, надетые на стальную ось) имеют износ значительно меньше обычных валков. Это позволяет жестко стабилизировать все параметры прокатки в чистовой группе. Все валки объединены в блок с приводом от одного двигателя с жестким распределением скоростей по клетям. Прокатка ведется без натяжения с небольшим петлеобразованием. Кроме того, строго стабилизирована температура прокатки по клетям. Четкое выдерживание температуры конца прокатки позволяет также стабилизировать систему охлаждения катанки строго по технологии. Катанка, получаемая на стане, отличается повышенной точностью, стабильностью свойств и структуры как в пределах одного бунта, так и между бунтами. Колебания механических свойств по длине катанки составляют $\pm 3\%$.

А вот как видят проволочный стан будущего некоторые специалисты (рис. 7.17).

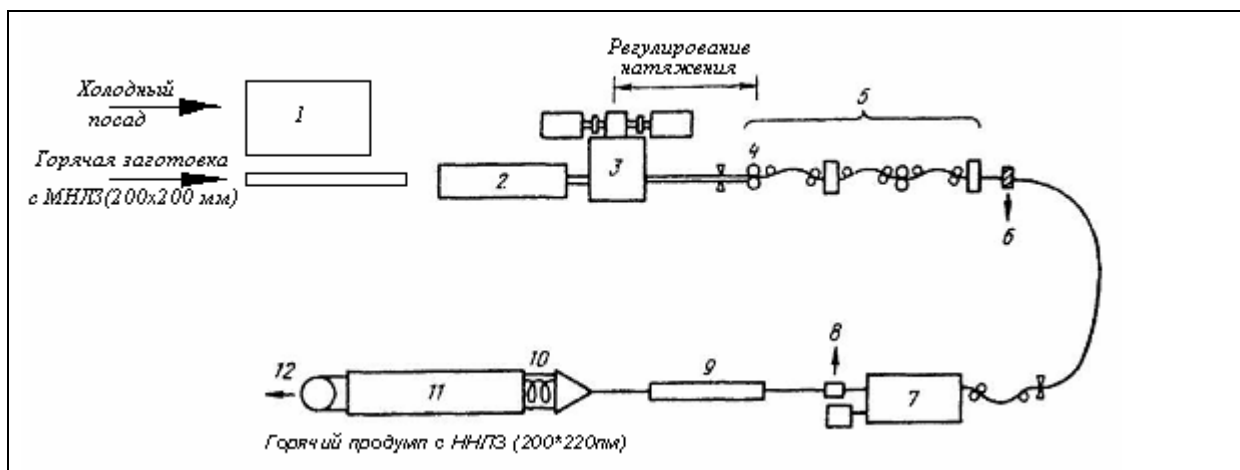


Рис.7.19. Проволочный стан будущего: 1 - нагревательная печь; 2 - электропечь; 3 - черновая группа клетей (высокие обжатия); 4 - ножницы; 5 - промежуточная группа клетей (чередование клетей с горизонтальными и вертикальными валками с петлерегулированием); 6 - приборы для контроля размеров; 7 - чистовой блок клетей (скорость прокатки 100 м/с); 8 - приборы для контроля качества поверхности; 9 - участок водяного охлаждения; 10 - виткообразователь; 11 - участок воздушного охлаждения; 12 - участок формирования бунтов; 13 - участок обработки и контроля

Перспективным является применение в мелкосортном производстве бесконечной прокатки. Такие станы разработаны отечественными металлургами (рис.7.20) и работают на Западно-сибирском и Макеевском металлургических комбинатах [41].

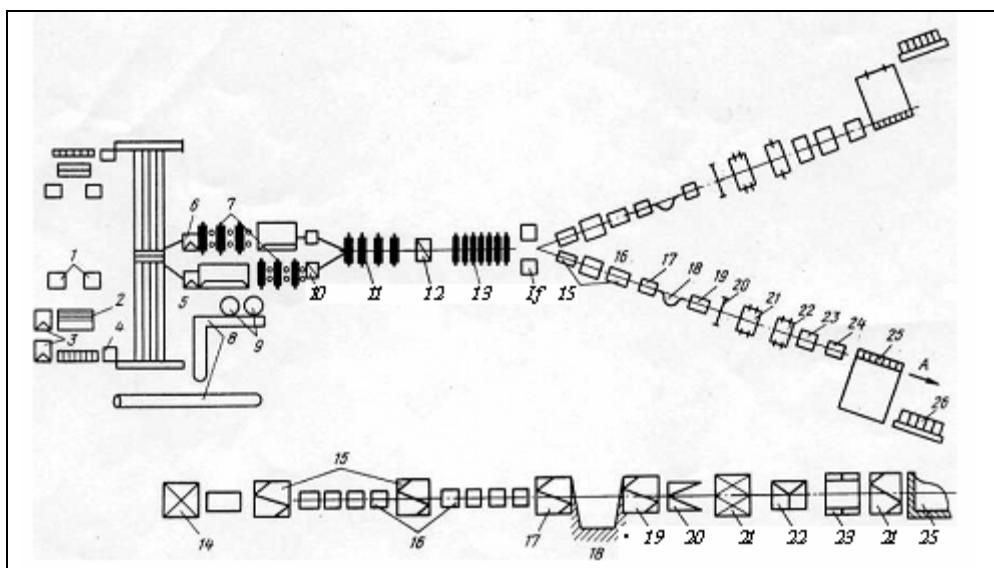


Рис. 7.20. Схема расположения мелкосортного стана 250 бесконечной прокатки: 1-пакетовязальная машина; 2-карманы; 3-ножницы холодной резки; 4-роlikопрямительная машина; 5-реечный холодильник; 6-летучие двух барабанные ножницы; 7-чистовая группа клетей; 8-пластинчатый и крюковой конвейеры; 9-моталка; 10,12-аварийные ножницы; 11-промежуточная группа клетей; 13-черновая группа клетей; 14-делительные ножницы; 15,17,19,24-трайбаппараты; 16-индукционная печь; 18-петлевой колодец; 20-корректирующее устройство; 21-гратосниматель; 22-электросварочная машина; 23-окалиноломатель; 25-нагревательная печь; 26-загрузочная решетка

Станы холодной прокатки листа

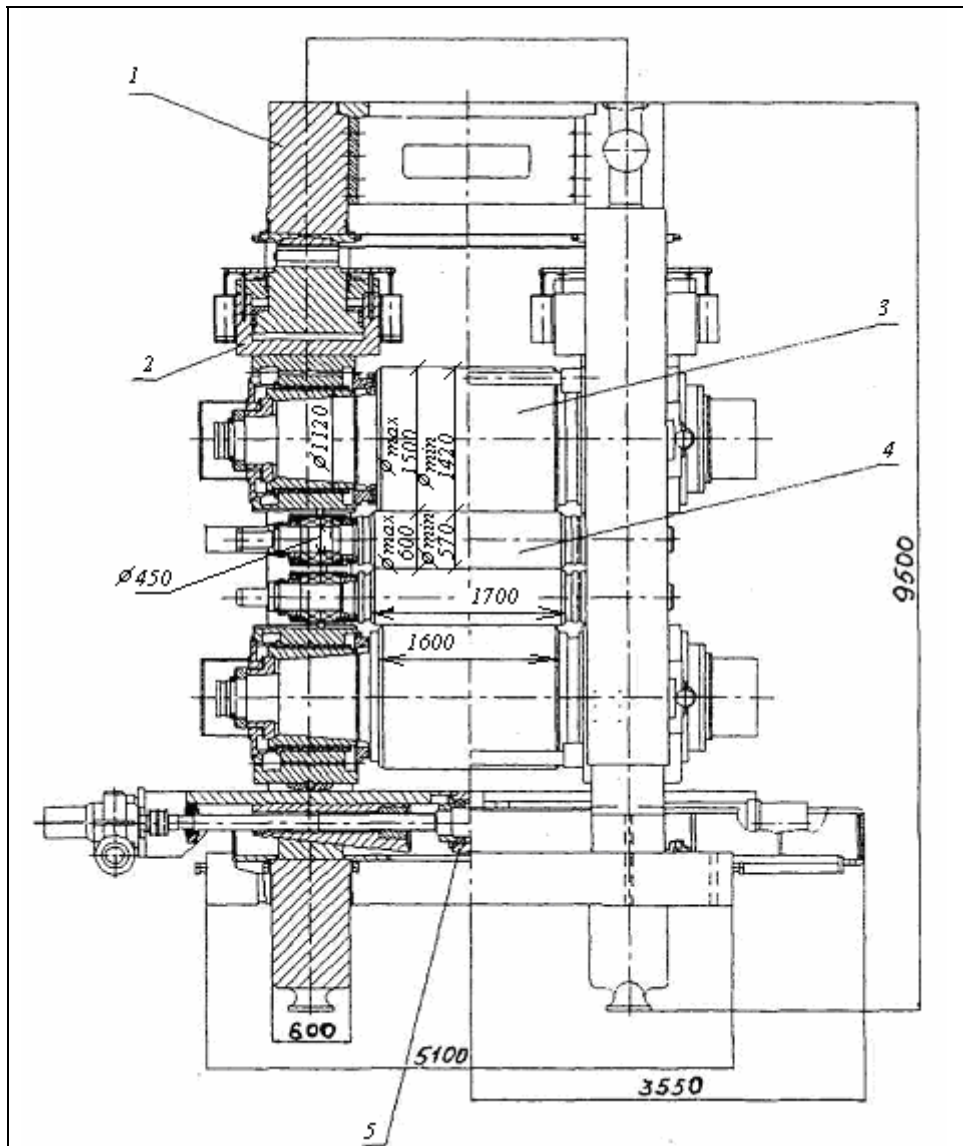


Рис. Конструкция клетки стана 1700: 1-станина клетки; 2-гидронажимное устройство; 3-опорный валок; 4-рабочий валок; 5-механизм установки линии прокатки