

Доц. А. П. ЧЕКМАРЕВ

# НЕПРЕРЫВНЫЕ ПРОКАТНЫЕ СТАНЫ

217  
37

ОНТВУ  
ИЗДАТЕЛЬСТВО „СТАЛЬ“

Доц. А. П. ЧЕКМАРЕВ

# НЕПРЕРЫВНЫЕ ПРОКАТНЫЕ СТАНЫ



ИЗДАТЕЛЬСТВО „СТАЛЬ“  
ХАРЬКОВ 1932 ДНЕПРОПЕТРОВСК

2 1

~~ПРОВЕРЕНО~~

Уч—55—3—3

6.21.771

~~6210~~

~~7-37~~

~~Государственная  
НАУЧНАЯ  
БИБЛИОТЕКА  
И.К.Т.П.~~

~~840/6~~

~~1932~~

~~10~~

~~ПРОВЕРЕНО  
1936 г. № 156572~~

~~1938  
ПРОВЕРЕНО~~

~~ПРОВЕРКА  
ЛХИТБЫ 1949~~

3-я Полиграфическая фабрика  
им. 25-л. ВКП УПО на Днепро-  
петровщине. Зак. № 7847

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА СССР

7032  $\frac{2}{60}$

*Д*  
*3741*

Рецензия Кестеля  
Тех. редакция В. Волкова

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Заграничная литература нынешнего века, особенно за последние 10 лет, в отрасли прокатного дела, конечно, больше всего внимания уделяет непрерывным и полунепрерывным прокатным станам. Эти виды станов нашли себе громадное распространение, благодаря их большей продуктивности, и теперь при постройке новых заводов и реконструкции старых за границей везде устанавливают эти станы.

В СССР нет еще в работе непрерывных станов. Однако, планами строительства новых (Магнитогорск, Кузнецк и др.) и реконструкции старых (зав. им. Дзержинского, Макеевский и др.) металлургических заводов предусмотрены непрерывные и полунепрерывные прокатные станы. Следовательно, уже в 1932 г. мы будем иметь в работе эти станы.

Вначале работа на таких станах будет новинкой и нашему персоналу заводов придется по-боевому всесторонне ее изучать. К сожалению, на русском языке популярной литературы из этой отрасли совершенно нет. Даже для специалиста нет русской литературы, которая достаточно удовлетворила бы его.

В этой книге изложены сведения, необходимые квалифицированному рабочему, мастеру и остальному среднему техперсоналу прокатных цехов о работе непрерывных и полунепрерывных станов; эти сведения подготовят указанный персонал, хотя и не в исчерпывающей мере, к работе на этих станах.

Автор будет благодарен за все указания и пожелания.

г. Днепропетровск.  
Июль 1932 г.

*Автор*

# НЕПРЕРЫВНЫЕ ПРОКАТНЫЕ СТАНЫ

## Глава I

### ВВЕДЕНИЕ

Прокатные цеха на металлургических заводах занимают по величине и по важности одно из первых мест, наряду с доменными и сталеплавильными цехами. Разнообразие продукции прокатных цехов очень велико. Достаточно назвать всем известное железо для строительных целей (балки, швеллера, уголки, полосы, круглое, квадратное и т. п. железо), рельсы с накладками и подкладками, листы, кровельное железо, жечь, проволока, трубы и т. д. и т. п.—все это изделия прокатных цехов. Понятно поэтому, что и число прокатных цехов, изготавливающих столь разнообразные изделия, на одном заводе может быть значительное, в то время, как имеется только один доменный цех и зачастую один сталеплавильный цех.

Нередко на заводе имеются цеха: сортопрокатный (среднесортный, мелкосортный и проволочный станы), рельсобалочный, листопрокатный и кровельный цеха. Наряду с ними иногда имеется трубопрокатный цех, реже осе-бандажный. Каждый из этих цехов в качестве сырья потребляет слитки, которые должны быть разнообразного размера и веса, в зависимости от веса и назначения изделия. Это заставляет сталеплавильные цеха давать соответствующие развесы слитков, и так как число и разнообразие изделий очень велико, то и разнообразие слитков должно быть также велико. Неудобство, которое вызывается отливкой разнообразных слитков в сталеплавильных цехах, достаточно известно всем.

Прежде всего следует отметить, что вес слитков, идущих на различного типа прокатные станы, колеблется в очень широких пределах, от 100—150 кг для проволочных и мелкосортных станов, до 4—5 тонн для рельсобалочных станов.

Если мы производим отливку из 100-тонной мартеновской печи, то должны отлить  $100:5=20$  наиболее крупных слитков или  $100:0,1=1000$  наиболее мелких слитков. Несомненно, подготовка канавы, разливка и уборка 20 крупных слитков потребует значительно меньше времени и места, чем те же операции на канаве при 1000 мелких слитках. В этом отношении круп-

ные слитки имеют полное преимущество, особенно для печей большого тоннажа. Помимо неудобства, связанного с разливкой металла и уборкой его с канавы, здесь еще имеется целый ряд экономических соображений, к числу которых относятся удобства транспортирования, лучшее качество металла и т. д., что заставляет заводы все более и более переходить на крупные литые слитки с тем, чтобы в дальнейшем из них выкатывать те обжатые слитки (они называются заготовками), которые пойдут в дальнейшем на различные станы для изготовления нужных изделий. Новые же заводы в настоящее время строятся исключительно по такой схеме работы.

Эти заготовки в прокатных цехах получают прокаткой на стане, который носит название блюминга <sup>1)</sup>. Таким образом на современных металлургических заводах вся сталь, облитая в крупных слитках, пропускается через блюминг, дающий начало всей прокатной продукции завода.

Такая система работы сильно развита в Америке, заводы которой и оборудованы соответствующими блюмингами; отливка мелких слитков на американских заводах совершенно не производится.

В противоположность этому, на старых заводах, к числу которых нужно отнести действующие заводы СССР и целый ряд старых заводов в странах Европы, еще сохранилась прежняя система работы, когда блюминг прокатывает крупные слитки на заготовку, идущую только на рельсобалочный стан, а остальные станы (сортовые, проволочные) непосредственно из сталеплавильных цехов получают мелкие литые слитки.

В этой системе блюминг по существу исполняет роль только обжимной клетки рельсобалочного стана и лишь в случае каких-либо причин (задержек на рельсобалочном стане, отсутствия соответствующего рельсобалочному стану металла, а также при прокатке качественных сортов сталей, и часто для того, чтобы избежать простоя) блюминг перекачивает крупные слитки на заготовки для сортовых и проволочных станов.

Эта старая система работы на блюминге носит название европейской, в противоположность первой, носящей название американской и находящей в последнее время широкое распространение и во всей Европе. Американская же система принимается и у нас при реконструкции и строительстве новых металлургических заводов.

Таким образом, американский блюминг, пропуская всю прокатную продукцию завода, естественно, должен обладать очень большой производительностью и это обязывает оборудовать блюминг так, чтобы он мог справиться с этой производительностью и не задерживать работы питающихся от блюминга всех станов завода.

---

<sup>1)</sup> Блюминг или блуминг.

На современных блюмингах достигается производительность до одного миллиона, иногда 1 мил. 200 тысяч тонн в год, и современные металлургические заводы, имеющие один блюминг, выпускают до 1 мил. тонн прокатных изделий. В таких условиях рационально производительность завода делать кратной производительности блюминга (1 мил. тонн, 2 мил. тонн, 3 мил. тонн<sup>1</sup>).

Если пересчитать эту производительность в 1 мил. тонн на часовую, то мы получим не менее 150 тонн в час, в то время как наши блюминги действующих ныне заводов СССР дают в час в несколько раз меньше, а именно до 40—50 тонн.

Повысить производительность блюминга можно увеличением веса прокатываемых слитков, и, больше всего, увеличением конечного сечения заготовки, выходящей из блюминга, так как при этом сократится число пропусков и уменьшится время, затрачиваемое на прокатку одного слитка. Вопрос о повышении производительности блюминга отчасти, наряду с усовершенствованием конструкции, и был решен в этом направлении на американских заводах. Из блюминга выпускаются размеры, превышающие размеры на наших и на старых европейских заводах, т. е. размеры обычно от  $150 \times 150$  до  $200 \times 200$  и  $250 \times 250$  мм в сечении, в то время как у нас принято из блюминга получать преимущественно размеры от  $125 \times 125$  до  $150 \times 150$  мм.

Такое изменение размеров дает меньшее число пропусков в блюминге, а это, в свою очередь, вызовет повышение его производительности. Если на наших заводах блюминги требуют для прокатки одного 3-тонного слитка 2—2,5 и 3 минуты, то слиток более тяжелый, в 5,7 тонн, на хорошо механизированных блюмингах американских заводов требует для прокатки от 1 до 1,5 минуты, т. е. американский блюминг может дать производительность в 3—4 раза выше производительности наших старых блюмингов<sup>2</sup>).

Однако, размер заготовок, выпущенных из блюминга американского завода, будет слишком велик для того, чтобы их катать непосредственно на сортовых и проволочных станах.

Сортовые станы требуют чаще всего размера от  $100 \times 100$  до  $175 \times 175$  мм, причем меньший размер относится к мелкосортным, больший — к среднесортным станам. Проволочные станы требуют еще меньших размеров, а именно:  $75 \times 75$  мм, а лучше еще меньше — до  $40 \times 40$  мм.

Отсюда мы видим, что заготовки, вышедшие из блюминга, нерационально сразу употреблять на сортовых и в особенности на проволочных станах. Однако, в американской технике и здесь было найдено очень благоприятное разрешение вопроса, которое выразилось в применении промежуточного стана, находящегося

<sup>1</sup>) Магнитогорский завод будет давать до 3 мил. тонн, Ново-Мариупольский — до 4 мил. тонн проката.

<sup>2</sup>) Подробно о блюмингах см. книжку автора: „Блюминги“.

между блюмингом и последующими отделочными станами. Назначением этого стана является производство заготовок, которые рационально употреблять на сортовых и проволочных станах. Эти заготовки здесь прокатываются из штуки (блюма), вышедшей из блюминга<sup>1)</sup>). Блюмы сразу же после блюминга поступают на заготовочный стан, и из них в несколько пропусков прокатывается нужный размер заготовок; в дальнейшем эти заготовки поступают уже непосредственно на сортовые и проволочные станы. Оказалось удобным заготовочные станы устраивать по типу станов, в которых прокатываемая штука проходит непрерывно, следуя из одной клетки в другую, т. е. в качестве заготовочных станов были применены т. н. непрерывные прокатные станы. Так как на этих непрерывных станах прокатываются заготовки, то они носят название непрерывно-заготовочных прокатных станов.

На таких непрерывно-заготовочных станах можно получать сечение заготовок для сортовых и проволочных станов меньшее, чем сечение заготовок, идущих непосредственно из блюминга, даже тогда, когда последний будет выпускать наименьшее возможное для него сечение (ок.  $100 \times 100$  мм). Из непрерывно-заготовочного стана нетрудно получить сечение, меньшее чем  $100 \times 100$  мм, например  $75 \times 75$ ,  $50 \times 50$  мм и даже  $35 \times 35$  мм. Если мы будем давать такие более мелкие сечения на сортовые и проволочные станы, то этим мы облегчим их работу по сравнению с тем, когда они получают блюмы сечением ок.  $100 \times 100$  мм, а чаще всего ок.  $150 \times 150$  мм., что имеет место на заводах старого типа, не имеющих заготовочных станов.

Таким образом, как мы видим, введение непрерывно-заготовочных станов позволило: с одной стороны, облегчить работу блюминга увеличением получаемого из него конечного сечения, а с другой стороны — облегчить работу сортовых и проволочных станов благодаря уменьшению поступающих на них размеров заготовки. Это привело, конечно, к повышению в значительной степени производительности как блюмингов, так и сортовых и проволочных станов. Непрерывно-заготовочный стан, как подробно будет еще выяснено ниже, обладает большой производительностью, достаточной обычно для перековки на заготовку всех блюмов, и для удовлетворения заготовками нескольких сортовых и проволочных станов.

Следует при этом заметить, что уменьшение сечения заготовок, идущих после непрерывно-заготовочного стана, потребовало увеличения их длины, дабы вес их уменьшился. Поэтому вместо длины литых слитков в 1 — 1,5 метра заготовки стали употреблять до 9 метров.

\* Основное отличие непрерывных станов от обычных состоит в том, что прокатываемая штука, попадая в первую клетку, сразу же из валков первой клетки попадает в непосредственно распо-

<sup>1)</sup> Заготовки, прокатанные в блюминге, называют блюмами.

ложенную за ней вторую клеть, выходя из 2-й клетки попадает в 3-ю и т. д. до тех пор, пока не будет пройден весь ряд расположенных друг за другом клетей.

Идея непрерывного стана была осуществлена уже очень давно, еще в 1862 году, директором одного из Манчестерских заводов (в Англии) Бетсоном, который изобрел стан для непрерывной прокатки. Этот стан состоял из 16 пар валков, имеющих в диаметре 300 мм, причем валки были расположены так, что в двух смежных клетях они имели взаимно перпендикулярное расположение осей. В первой клетке валки были расположены горизонтально, во 2-й клетке вертикально, в 3-й горизонтально, в 4-й вертикально, в 5-й снова горизонтально и т. д. Такое чередование автор этого стана ввел для того, чтобы не делать поворачивания (кантования) штуки от одной клетки к другой. Как мы знаем, прокатка сопровождается попеременным обжатием штуки то в одном то в другом направлении; иначе зачастую нельзя получить нужного размера и профиля (мелкосортное железо, проволока и др.).

Бетсону пришла мысль воспользоваться таким перпендикулярным расположением осей валков ради устранения кантования. Однако, оказалось, что подобную конструкцию стана осуществить было далеко не просто. Главные трудности возникли при осуществлении конструкции клетей с вертикальными валками, так как большие усилия, возникающие в валках, требовали весьма прочной конструкции, а в то время техника прокатного дела была еще очень низкой и не могла справиться с удовлетворительным разрешением этой задачи.

Клетки находились на расстоянии 630 мм друг от друга, так что штука из одной клетки сразу же попадала в другую.

Так как в то время еще отсутствовали специальные механические и автоматические приспособления для передачи штуки из одной клетки в следующую, то такую передачу приходилось производить вручную, что сильно задерживало работу и было связано с большим количеством обслуживающего персонала. Поэтому неудивительно, что стан Бетсона на первых порах был обречен на неудачу и довольно долго не мог выйти на путь широкого развития. В 1869 году в Америке был установлен более усовершенствованный с конструктивной точки зрения стан Бетсона с 14 парами валков того же расположения, что и предыдущие. Однако, и этот стан все же имел те же недостатки и также плохо работал.

В 1878 году американец Морган ввел изменение в стан Бетсона, состоящее в том, что вертикальные валки были заменены горизонтальными, а кантование от клетки к клетке было осуществлено вначале вручную, а затем устройством специальных передаточных и поворачивающих аппаратов которые имели форму, соответствующую форме прокатываемой штуки.

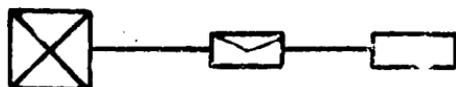
Этот стан носит название стана Бетсон-Моргана и Моргану принадлежит честь изменения конструкции стана Бетсона на-

столько, чтобы эта конструкция в дальнейшем довольно быстро могла внедриться в металлургические заводы и в настоящее время стать одной из наиболее распространенных на этих заводах.

Первый стан Моргана имел 16 пар валков и производительность его также была небольшой, так как прокатывалась, также как и в стане Бетсона, одновременно только одна штука, и прежде чем она не выходила из последней клетки, нельзя было задавать следующей.

Нужно указать, что станы непрерывной прокатки впервые и Бетсоном, и Морганом были применены к прокатке проволоки и это в известной степени и привело к тем неудачам, которые препятствовали распространению непрерывных станов.

Оказалось, что существовавшие в то же время станы обыкновенной прокатки, которые имеются в настоящее время на ряде заводов СССР, могли

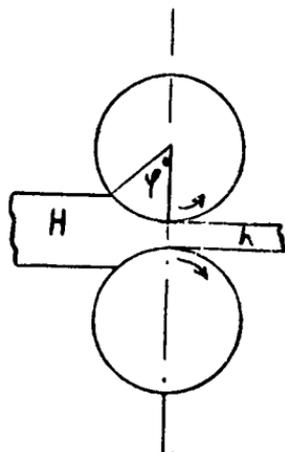


Фиг. 1. Расположение одноклетьевого стана (двигатель, шестеренная клетя, рабочая клетя)

дать большую производительность при прокатке проволоки, чем непрерывные станы, так как на первых есть возможность катать сразу несколько штук (вести прокатку в несколько ниток), в то время, как непрерывные станы системы Бетсон-Морган давали возможность прокатывать только в 1 нитку.

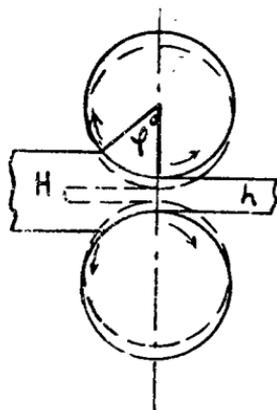
Вскоре, однако, непрерывные станы вышли из области применения только для прокатки проволоки и были применены в качестве обжимных клетей сортовых станов и с особенно большим успехом в качестве непрерывно-заготовочных станов, о которых уже указывалось выше.

Для ясности следует упомянуть существующие еще типы расположения станов в настоящее время и их возникновение. Самый старый и самый простой тип стана — это стан дуо в 1 клетя (см. фиг. 1); в этой одной клетя происходила прокатка от слитков (или заготовок) до конечного сечения. Первые станы, такого типа имели вращение валков только в одну сторону (фиг. 2), т. е. это были так называемые нереверсивные станы и поэтому передача прокатываемой штуки с задней стороны стана на переднюю могла быть произведена только переброской ее либо сбоку стана, либо поверх его верхнего валка. Естественно, что при



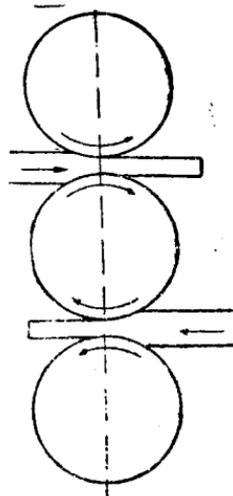
Фиг. 2. Валки стана дуо - нереверсивного

прокатке тяжелых изделий и изделий большой длины такая переброска была очень затруднительной, требовалось много времени, что, в свою очередь, вызывало большое охлаждение металла и очень затрудняло прокатку. Это привело к необходимости устройства



Фиг. 3. Валки стана дуо - реверсивного

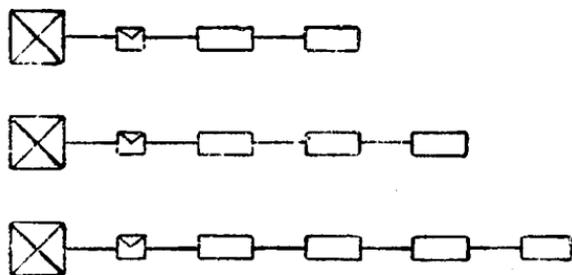
вращения валков не только в одну сторону, но и в противоположную, в результате чего появились т. наз. реверсивные станы (фиг. 3). В них прокатка происходила таким образом, что штука, прошедшая валки в одном направлении, в обратном направлении также могла быть прокатана в валках и для передачи с одной стороны на другую не требовалось дополнительного времени, а время это совпадало с временем



Фиг. 4. Валки стана трио

прокатки. Такие станы реверсивного типа могут дать значительно большую производительность и на них можно катать изделия значительно большего веса и длины, так как прокатка ускоряется и металл не так сильно остывает.

Вместе с этим возникли и станы трио (фиг. 4), в которых прокатка штуки в одну сторону происходит между верхним и

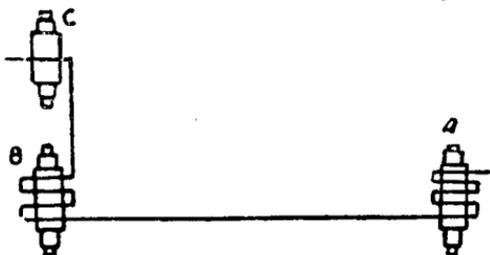


Фиг. 5. Стан с 2-мя, 3-мя и 4-мя клетями

средним валками, а в другую сторону — между средним и нижним валками, т. е. опять - таки передача штуки с задней стороны на переднюю происходит не вхолостую, а сопровождается прокаткой. Поэтому такие станы, как и дуо - реверсивные, также не требуют дополнительного времени для передачи штуки на переднюю сторону, как это имеет место в дуо - нереверсивных станах. В станах, состоящих только из одной клетки, удобно прокатывать: листовое и полосовое железо тонкие листы, имеющие небольшой вес и длину в дуо - нереверсивных, толстые листы в дуо - реверсивных и в трио - станах. Что же касается сортового железа и особенно мелких сортов, для прокатки которых требуется большое число калибров, то поместить все эти калибры

в одной клетки уже не представлялось возможным. Поэтому для прокатки таких мелких сортов (и проволоки) постепенно стали появляться станы с 2-мя, 3-мя и большим числом клеток, расположенных в одну линию (фиг. 5).

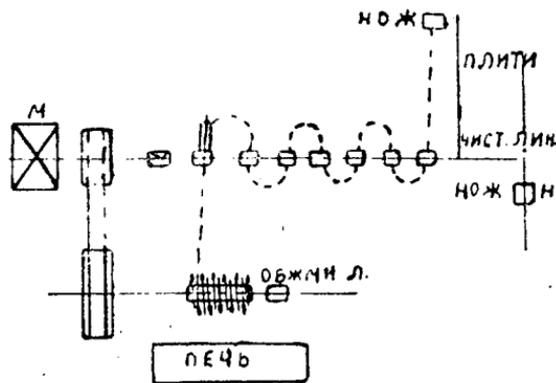
Оказалось, однако, необходимым, особенно при очень длинных изделиях, напр., мелкосортном железе и проволоке, прокатку производить быстрее, тогда, когда штука уже раскатана на большую длину, дабы с'экономить время и сберечь температуру металла, который при небольших сечениях очень быстро остывает. Производить быстро прокатку коротких и толстых штук (еще слабо раскатанных слитков) неудобно, т. к. быстрота прокатки мешает удобству работы с такими штукаами, происходит далеко выбрасывание их из валков затрудняется их захват валками и другие неудобства. По мере же того, как слиток раскатан и получил большую длину, необходимо в дальнейшем как можно быстрее его катать, чтобы как можно скорее закончить



Фиг. 6. Стан с вынесенной обжимной клетью

прокатку и не дать остыть металлу, а также повысить производительность стана.

Из этого и возникла необходимость такого устройства стана, при котором валки в разных клетях могли бы вращаться с различной скоростью, т. е. возникло раз'единение валков одного стана на так назыв. линии. Клеть, в которой прокатывается толстая штука (слиток), была вынесена отдельно и имела меньшую ско-

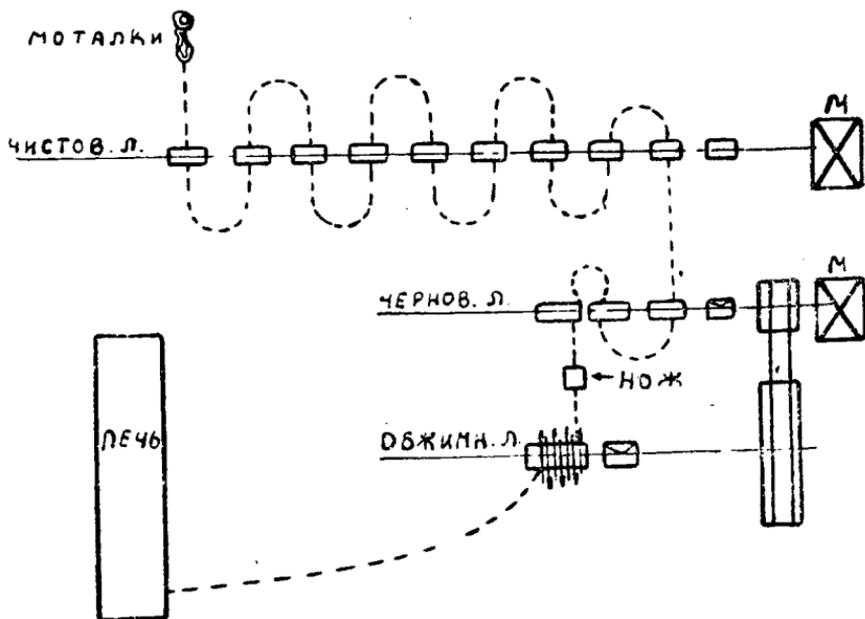


Фиг. 7. Стан с вынесенной обжимной клетью (завод им. Петровского в г. Днепропетровске, стан мелкосортный)

рость прокатки, а те клетки, в которых производится прокатка уже раскатанного металла, были расположены в самостоятельной линии и имели большую скорость прокатки благодаря принятому большому числу оборотов валков.

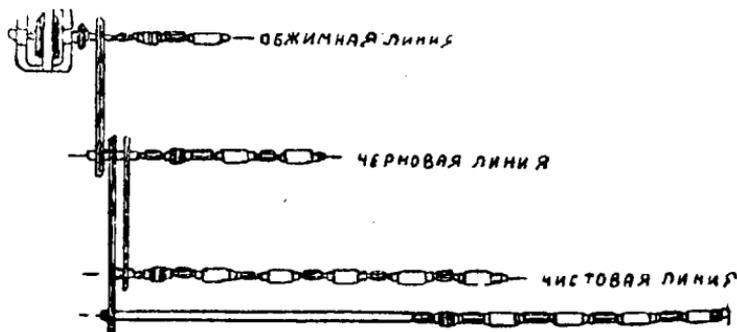
Таким образом появился так назыв. немецкий тип стана с вынесением обжимной клетки (фиг. 6 и 7). В дальнейшем этот

тип из тех же указанных выше соображений развился в сторону  
 расоединения 2-й линии также на две самостоятельных, т. е.



Фиг. 8. Стан с вынесенной черновой и чистой линиями (завод им. Петровского в г. Днепропетровске, стан проволочный)

устанавливались отдельно черновая линия и чистовая. Такой стан  
 имел 3 линии : обжимную, черновую и чистовую (фиг. 8). Затем



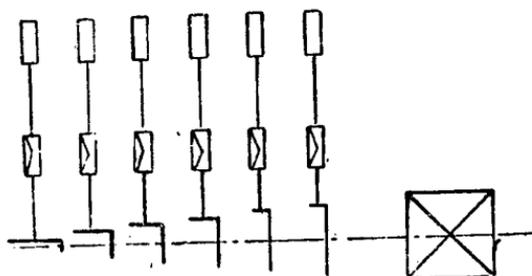
Фиг. 9. Стан с 2-мя чистовыми линиями

уже дальше чистовая линия в некоторых станах была расоеди-  
 нена на самостоятельне 2 или даже 3 линии (фиг. 9), причем

каждая из последующих линий имела все большую и большую скорость прокатки для того, чтобы по мере удлинения металла его можно было катать все быстрее и быстрее.

Этот тип стана со многими (3-мя и больше) линиями называется ступенчатым станом. Его предложил Гарретт в 1880 г.

Удобства такого стана заключаются не только в том, что по мере удлинения металла в каждой последующей линии все время увеличивается скорость прокатки, т. е. число оборотов валков, но также и в том, что в таком стане можно одновременно производить прокатку нескольких штук в разных линиях и даже несколько штук в одной линии.

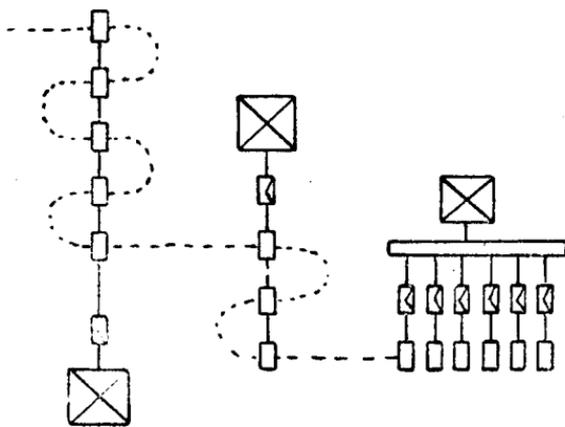


Фиг. 10. Схема непрерывного стана

Это обстоятельство особенно важно для мелкосортных и проволочных станов, на которых хорошая производительность может быть достигнута только при прокатке одновременно нескольких штук (прокатка в несколько ниток).

Поэтому станы со ступенчатым расположением нашли широкое распространение при прокатке мелкосортного железа и проволоки.

В момент развития станов типа Гаррета, постепенное распространение начал получать стан непрерывной прокатки Бетсон-Моргана, о возникновении которого уже было сказано выше. Непрерывное расположение имеет те особенности, что в нем, как видно из фиг. 10, каждая клеть является в то же время



Фиг. 11. Схема полунепрерывного стана

и линией, т. е. в каждой клетке, следующей друг за другом, число оборотов должно быть увеличено, так как по мере удлинения прокатываемой штуки она должна прокатываться все с большей и большей скоростью, дабы между клетями не происходило накопление металла.

Кроме непрерывных станов, имеются еще так назыв. полунепрерывные, т. е. такие станы, в которых часть клетей расположена непрерывно, остальная часть расположена ступенчато, либо в 1 линию (фиг. 11). Об особенностях работы и применении

полунепрерывных станов мы скажем ниже, когда познакомимся с работой непрерывных станов.

## Глава II

### НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ПРОКАТКИ

В этой главе мы остановимся на некоторых сведениях из области теории прокатки, которые помогут в дальнейшем разобраться в процессе прокатки, происходящем в непрерывных станах.

На фигуре 2 показано условное изображение процесса прокатки металла в валках стана дуо, а на фиг. 4 — стана трио. Толщину штуки, входящую в валки, принято обозначать через  $H$ ; выходящую из валков — через  $h$ .

Если мы вычтем из толщины штуки, входящей в валки, толщину выходящей из валков ( $H - h$ ), то получим так назыв. „обжатие“ <sup>1)</sup>, т. е. ту величину, на которую штука обжимается в валках. Если мы обжимаем штуку за несколько раз, то чем больше величины обжатий, тем скорее мы подойдем к конечному сечению. Сечение до входа в валки равняется  $H \times B$ , где  $B$  ширина штуки до входа в валки. Сечение же штуки после выхода из валков равняется  $h \times b$ , где  $b$  — ширина штуки после выхода из валков.

Объем металла при прокатке не меняется. Объем металла, как мы знаем, равняется  $B \times H \times L = b \times h \times l$ , где  $L$  — длина штуки до прокатки и  $l$  — длина ее после прокатки.

Таким образом, если нам известен объем металла, то-есть объем слитка, то, зная поперечное сечение, мы всегда можем определить длину и наоборот — зная длину, всегда можем определить поперечное сечение прокатываемой штуки. Если мы разделим начальное сечение, которое мы обозначаем через  $Q$ , на конечное сечение  $q$ , то получим так наз. коэффициент вытяжки металла, который обозначается через  $\mu$  <sup>2)</sup>  $= \frac{Q}{q}$ .

Эту вытяжку можно получить также от деления длины штуки, вышедшей из валков, на длину штуки, заданной в валки.

Кроме того, часто еще приходится употреблять выражение, называемое коэффициентом обжатия, который получается от деления сечения штуки, вышедшей из валков, на сечение штуки, заданной в валки, т. е.  $k = \frac{q}{Q}$ . Это величина, как видим, обратная коэффициенту вытяжки. Таким образом, если говорят,

<sup>1)</sup> Вместо „обжатие“ часто употребляют слово „давление“.

<sup>2)</sup> Для обозначений здесь приняты наиболее употребительные в литературе буквы:  $H, h$  — большая и малая буквы „аш“,  $L, l$  — буквы „эль“,  $Q, q$  — буквы „ку“,  $\mu$  буква — „ми“.

что коэффициент вытяжки при прокатке равен 1,25, то это значит, что сечение полосы, входящей в валки, поделенное на сечение полосы, выходящей из валков, равно 1,25, или длина полосы, выходящей из валков в 1,25 раза больше, чем длина полосы, входящей в валки. Коэффициент же обжатия будет величина обратная, т. е.

$$\frac{1}{1,25} = 0,8.$$

Если мы от длины штуки, выходящей из валков, вычтем длину штуки, входящей в валки, то получим приращение длины при прокатке или удлинение штуки:

$$l - L = \lambda^1)$$

При прокатке замечено, что ширина штуки, выходящей из валков, более ширины штуки, задаваемой в валки, т. е. в валках имеет место уширение, которое, как оказалось по многочисленным исследованиям, зависит от многих причин, хотя оно и невелико по своим размерам (обычно менее 10 мм). Здесь мы не будем подробно разбирать вопрос об уширении, а только отметим, что уширение зависит от температуры металла, и чем горячее металл, тем уширение меньше, чем металл холоднее, тем уширение больше. Это обстоятельство хорошо известно практикам-мастерам и вальцовщикам, работающим на станах. Они знают, что пристуженная штука всегда дает заусенки и, наоборот, горячая штука дает невыполненный профиль. Кроме того, уширение зависит в большей степени также еще и от диаметра валков (он обозначен буквой Д на фиг. 4): чем больше диаметр валков, тем больше уширение. Величина обжатия, которое превышает штуку при прокатке в валках, конечно, также сказывается на величине уширения и чем больше обжатие при прокатке, тем больше будет и уширение металла.

Далее уширение еще зависит и от характера поверхности валков (валки с насечкой уширяют больше, чем гладкие валки) и от толщины штуки, задаваемой в валки (толстые штуки при том же обжатии уширяются меньше) и от некоторых других причин, которые являются хотя и менее важными для величины получаемого уширения, но все же требующими учета при определении размеров калибров (химич. анализ металла, скорость прокатки и др.).

Так как вопрос об уширении, как и вообще вопрос о теории прокатки для своего подробного разбора требует специального освещения, то мы не ставя перед собой этой задачи отсылаем всех интересующихся к имеющимся на эту тему книжкам<sup>2)</sup>. Следует

<sup>1)</sup>  $\lambda$  — буква „лямбда“.

<sup>2)</sup> Рекомендуются квалифиц. рабочим читать журнал „Рабочий Металлург“; мастерам и техникам также журналы „Домез“, „Сталь“ „Советская металлургия“.

еще здесь упомянуть об имеющем практическое значение угле захвата, показанном на фиг. 2 буквою  $\varphi$ <sup>1)</sup>. Угол захвата увеличивается с увеличением обжатия ( $H-h$ ) в валках одинакового диаметра. Если же мы диаметр валков будем изменять, то при одном и том же обжатии с увеличением диаметра угол будет уменьшаться и наоборот.

Угол захвата имеет определенный предел, выше которого валки не будут захватывать штуку и прокатка не произойдет, а валки будут скользить по поверхности штуки.

В валках гладких этот угол достигается при обычных скоростях прокатки (от 3 до 7 мет.)  $12-15^\circ$ ; для увеличения обжатия делают насечку на валках, тогда угол захвата может быть повышен до  $25-30^\circ$  и обжатие сильно возрастает при том же диаметре валков.

При прокатке также было замечено, что штука, выходящая из валков, идет со скоростью большею, нежели вращающаяся поверхность валка, т. е. появляется так наз. опережение, причем это опережение, разное по величине, имеет место почти во всех случаях прокатки. Наряду с этим задний конец штуки, т. е. тот конец, который еще входит в валки, имеет скорость меньшую, чем скорость на окружности валков, т. е. имеется так назыв. попятное движение. Значит, штука, прокатываемая в валках, имеет до входа в валки скорость меньшую, чем скорость на окружности валков, а после выхода из валков скорость большую, чем на окружности валков. Отсюда, естественно, правильным будет заключение, что где-то в валках штука, постепенно увеличивая свою скорость от попятного движения (отставания) до опережения в каком-то месте имеет скорость, равную окружной скорости валков. Таким образом, где-то в области металла, зажатого в валках, есть очень короткая в продольном направлении часть штуки которая не испытывает ни попятного движения, ни опережения и движется с такой же скоростью, как и валки. До этого места (сечения) штука испытывает попятное движение, после него она испытывает опережение; через это мысленно принимаемое в области зажатого металла в валках (область деформации металла) сечение постепенно проходит вся длина прокатываемой штуки. Положение этого сечения в области деформации, как и вообще все явления при прокатке (уширение, опережение, попятное движение) связано с указанными выше факторами, благодаря множеству и разнообразию которых изучение вопросов теории прокатки весьма затруднено. Опережение и попятное движение приобретает значительную величину только тогда, когда штука при пропуске в валках получает большую вытяжку, напр. свыше 1,5. При прокатке в непрерывных станах величина вытяжки колеблется обычно в пределах 1,2—1,4, реже до 1,5, так что мы можем ради простоты в дальнейших своих

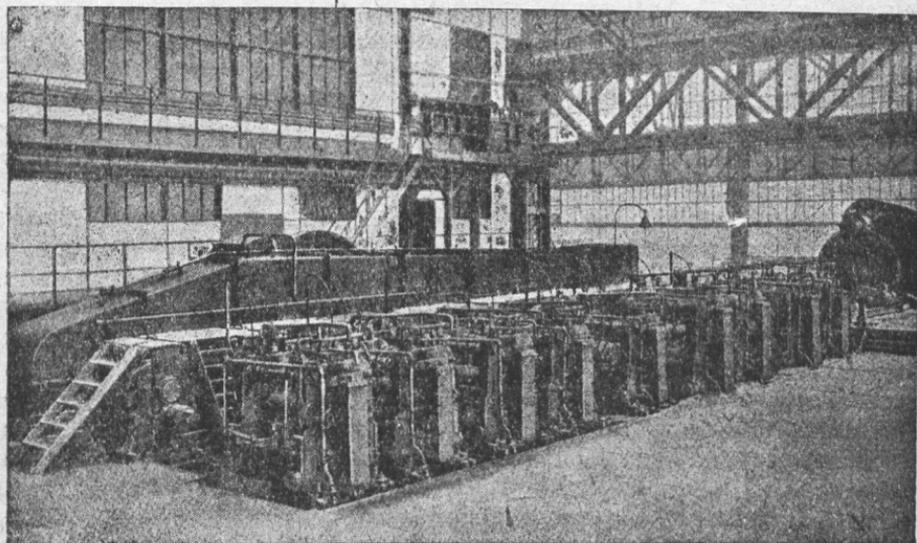
<sup>1)</sup>  $\varphi$  — буква „фи“.

рассуждениях о прокатке в непрерывных станах без большой ошибки не вводить опережения и попятного движения. Как увидим ниже, настройкой валков непрерывного стана можно компенсировать неточность расчета.

### Глава III

## ПРОКАТКА В НЕПРЕРЫВНЫХ СТАНАХ

На фиг. 12 показан общий вид непрерывного стана, имеющего 10 расположенных друг за другом клетей. Как видно на фигуре, эти клетки расположены очень близко одна к другой. Устройство клеток по общему виду напоминает нам клетки наших



Фиг. 12. Общий вид непрерывного стана

станов, подробное описание которых интересующиеся могут найти в книжке инж. А. Самарина „Устройство прокатных станов“.

На фигуре 13 представлен также непрерывный стан, имеющий 6 клеток, который заснят в момент прокатки; видно, как штука входит в непрерывный стан с находящегося перед станом рольганга. Здесь клетки также расположены близко одна от другой и устройство их напоминает устройство клеток на наших станах. В момент прокатки также заснят непрерывный стан, представленный на фиг. 14.

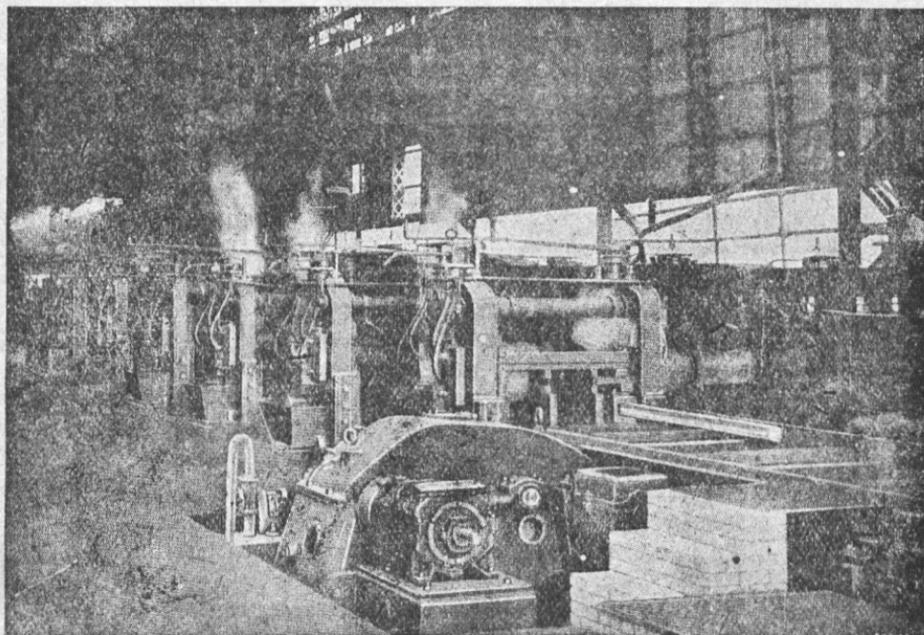
Остановимся теперь более подробно на прокатке в непрерывных станах. На приведенных выше фигурах видно, что расстояния между клетями в непрерывных станах очень малые, 1—1,5 метра. Прокатываемая штука в каждой клетке вытягивается на

определенную длину и, следовательно, если клетки так близко расположены друг к другу, то возникает вопрос, каким же образом все удлиняющаяся штука может быть прокатана в дальнейших клетях, не вызывая накопления металла между клетями которое вызывало бы расстройство стана. Очевидно это может быть только тогда, когда штука, выходящая из валков предыдущей клетки, проступит в следующую клетку, имеющую большую скорость, вследствие чего более длинная штука в ней проходит за то же время за какое более короткая штука проходила в предыдущей; при таком условии между клетями не будет образовываться накопления металла в виде петель. Ясно, что в данном случае допущение петель невозможно, так как, с одной стороны, малое расстояние между клетями не позволяет помещать петли, а с другой стороны, довольно значительное сечение штуки (заготовки) не дает возможности выгнуть ее в петлю, без ущерба для линеек, проводок и др. частей стана.

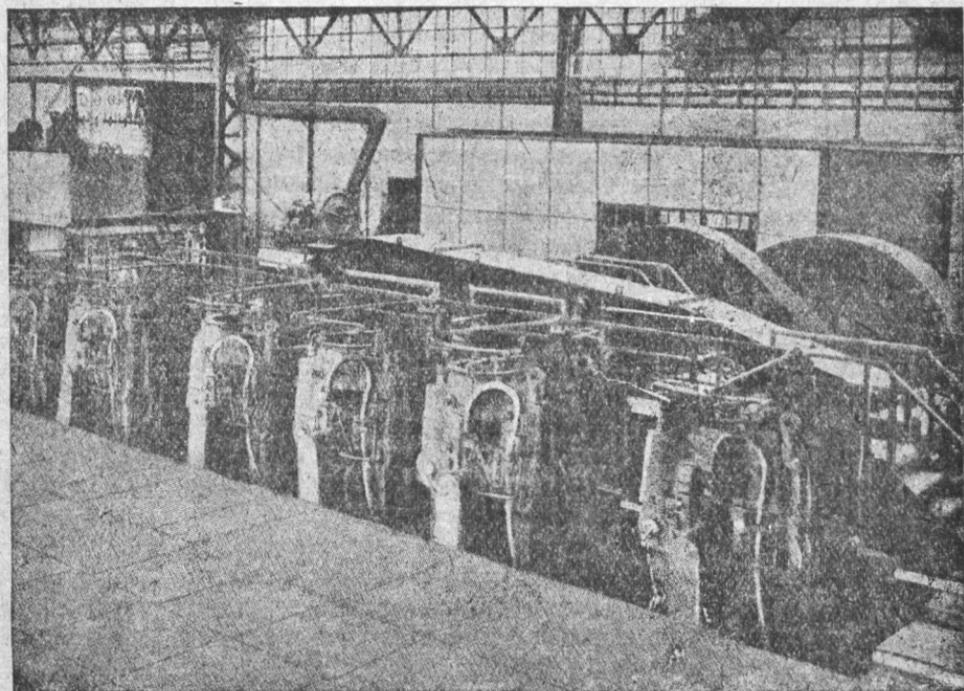
Так как длина поступающих в непрерывный стан штук (блужков, заготовок) значительно больше расстояния между соседними клетями, то прокатка происходит одновременно в нескольких клетях. Если клеток много и небольшая длина клетки не дает одновременной загрузки их всех, то по мере удлинения металла к концу прокатки число одновременно загруженных клеток увеличивается, а затем, когда прокатываемая штука начинает постепенно выходить из последней клетки, число одновременно загруженных клеток уменьшается и стан постепенно от штуки освобождается. После этого в первую клетку задают следующую штуку и т. д. Но можно следующую штуку задавать и тогда, когда первая штука находится уже в последних клетях; однако, это надо делать с таким расчетом, чтобы между штуками был некоторый промежуток. Обычно же производительность непрерывного стана настолько велика, что нет нужды идти на такой путь, тем более, что это затрудняет уборку прокатного металла.

Что касается скорости штуки в каждой клетке, то мы заранее можем сказать, что скорость ее в каждой последующей клетке, а следовательно и скорость, с которой вращаются валки, должна все увеличиваться в связи с теми вытяжками, которые получает металл в каждой клетке.

Можно было бы в каждой последующей клетке увеличивать диаметр валков, оставляя то же число оборотов их и этим достигать повышения скорости прокатки. Но это имеет большие недостатки, которые не дают возможности применения такой системы. Недостатки заключаются, прежде всего, в том, что большие валки, как мы выяснили в предыдущей главе, производят большее уширение, а так как это уширение приходится потом, после кантования штуки, опять обжимать, то оно требует лишних пропусков и большую работу при прокатке, на которую тратится лишняя сила; поэтому желательно уширение при прокатке получать как можно меньше, иначе говоря, желательно



Фиг. 13. Непрерывный стан в момент прокатки



Фиг. 14. Непрерывный стан в момент прокатки

применение как можно более тонких валков, которые меньше уширяют, а следовательно, больше вытягивают металл. Это хорошо известно всем практикам, которые стараются на каждом стане применять как можно тоньше валки до тех пределов, до которых это представляется возможным в смысле гарантии нормальной работы стана в отношении углов захвата и прочности валков.

Кроме того, необходимость очень большого увеличения диаметра валков вызвала бы затруднения в устройстве станин, их оборудовании, обслуживании и проч.

Значит, итти по пути увеличения диаметра валков не целесообразно, а гораздо проще и правильнее, не изменяя диаметра валков, итти по пути увеличения окружной скорости их, т. е. передачу к валкам осуществить таким образом, чтобы валки в каждой последующей клетки вращались с большей скоростью, чем в предыдущей.

Как же в каждом отдельном конкретном случае найти скорость, с какой должны вращаться валки в каждой последующей клетки?

Как уже было указано, эти скорости должны быть тесно увязаны с теми вытяжками, которые получает прокатываемая штука в валках каждой клетки. Если, предположим, вытяжка в первой клетки равна 1,5, то, следовательно, скорость во 2-й клетки должна быть такой, чтобы поглотить штуку за то же время, за какое ее выпускает 1-я клетка, т. е. скорость во 2-й клетки должна быть в 1,5 раза больше, чем в 1-й клетки. Если диаметры валков мы оставим одинаковыми, то число оборотов валков во 2-й клетки должно быть в 1,5 раза больше, чем в 1-й. Если во 2-й клетки вытяжка штуки также равна 1,5, то в 3-й клетки скорость должна быть в 1,5 раза больше, чем во 2-й, или в  $1,5 \times 1,5 = 2,25$  больше, чем в 1-й.

Рассматривая постепенно вытяжки в каждой последующей клетки, мы можем подсчитать, какую окружную скорость должны иметь валки каждой последующей клетки, если диаметры валков в клетях одинаковы. Наприм., если мы имеем 6 клетей и в каждой из них вытяжка равна 1,5, то, очевидно, в последней клетки скорость будет в несколько раз большая, чем в 1-й клетки, а именно: в  $1,5 \times 5 = 7,5$  раз. Если принять скорость штуки, входящей в 1-ю клетку 1 метр в секунду, то скорость выхода ее из 1-й клетки будет 1,5 метра в секунду, скорость выхода из 2-й клетки  $1,5 \times 1,5 = 2,25$  метра в секунду и т. д. Примем диаметр валков, наприм., 500 мм; тогда, зная окружную скорость валков в каждой клетки, не трудно подсчитать число оборотов валков во всех клетях. Для подсчета пользуемся известной формулой для определения окружной скорости в секунду:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}, \text{ откуда } n = \frac{v \cdot 60}{\pi \cdot D} \dots \dots \text{ число оборотов в минуту,}$$

где  $\pi$  — величина, полученная от деления длины окружности вала на его диаметр; она равна всегда 3,14.

$D$  — катающий диаметр вала

60 — число для пересчета минутной скорости в секундную и обратно.

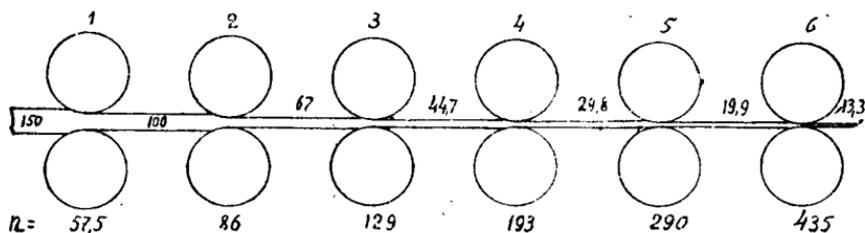
Таким образом, в 1-й клетки мы будем иметь число оборотов валков равным:

$$n_1 = \frac{1,5 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,5} = 57,5 \text{ оборотов в минуту.}$$

Во 2-й клетки число оборотов валков будет:

$$n_2 = \frac{2,25 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,5} = 86 \text{ оборотов в минуту и т. д.}$$

В нижеследующей таблице на фиг. 15 приведены подсчитанные величины скоростей прокатки, числа оборотов валков и



Фиг. 15. Прокатка полосы в валках непрерывного стана

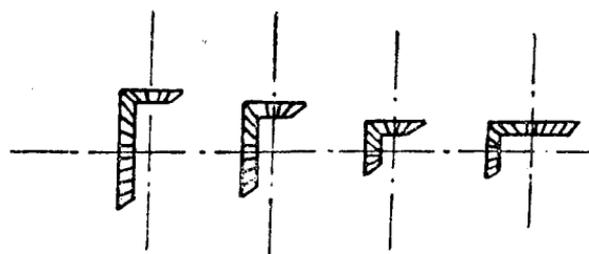
толщины прокатываемой штуки без кантования<sup>1)</sup>). Если начальная толщина штуки 150 мм, то по выходе из 1-й клетки толщина будет  $\frac{150}{1,5} = 100$  мм, по выходе из 2-й клетки  $\frac{100}{1,5} = 67$  мм и т. д.

Клетки	1	2	3	4	5	6
$v$ м/с. . . . .	1,50	2,25	3,38	5,06	7,60	11,40
$n$ об/м. . . . .	57,5	86	129	193	290	435
Толщ. $h$ . . . . .	100	67	44,7	29,8	19,9	13,3
Обж. $H-h$ . . . .	50	33	22,3	14,9	9,9	6,6

<sup>1)</sup> Приводимый расчет является лишь ориентировочным, так как уширение не принято во внимание. Впрочем, при прокатке без кантования плоской штуки ошибка от этого будет чувствительной только для первых пропусков, имеющих большое обжатие. Для более точного расчета, хотя и более усложненного, нужно принимать в расчет уширение и пользоваться не обжатиями, а коэффициентами вытяжек, как это будет приведено ниже.

Разное число оборотов валков в клетях заставляет особо остановиться на передаче в непрерывных станах. Естественно, что раз в непрерывном стане вращение валков должно осуществляться с различной скоростью, то мы должны передачу от мотора к этим валкам устроить так, чтобы обеспечить различные числа оборотов валков.

На фигуре 16 представлено схематическое изображение передачи, а на фигуре 17 показан общий вид непрерывного стана с передачей к нему. Как видно из этих фигур, передача приобретает особо важное значение и имеет большую сложность. От общего вала мотора каждая из клетей непрерывного стана приводится во вращение посредством зубчатой передачи, причем зубчатые колеса подобраны так, что каждая последующая клеть имеет число оборотов больше предыдущей клетки в со-

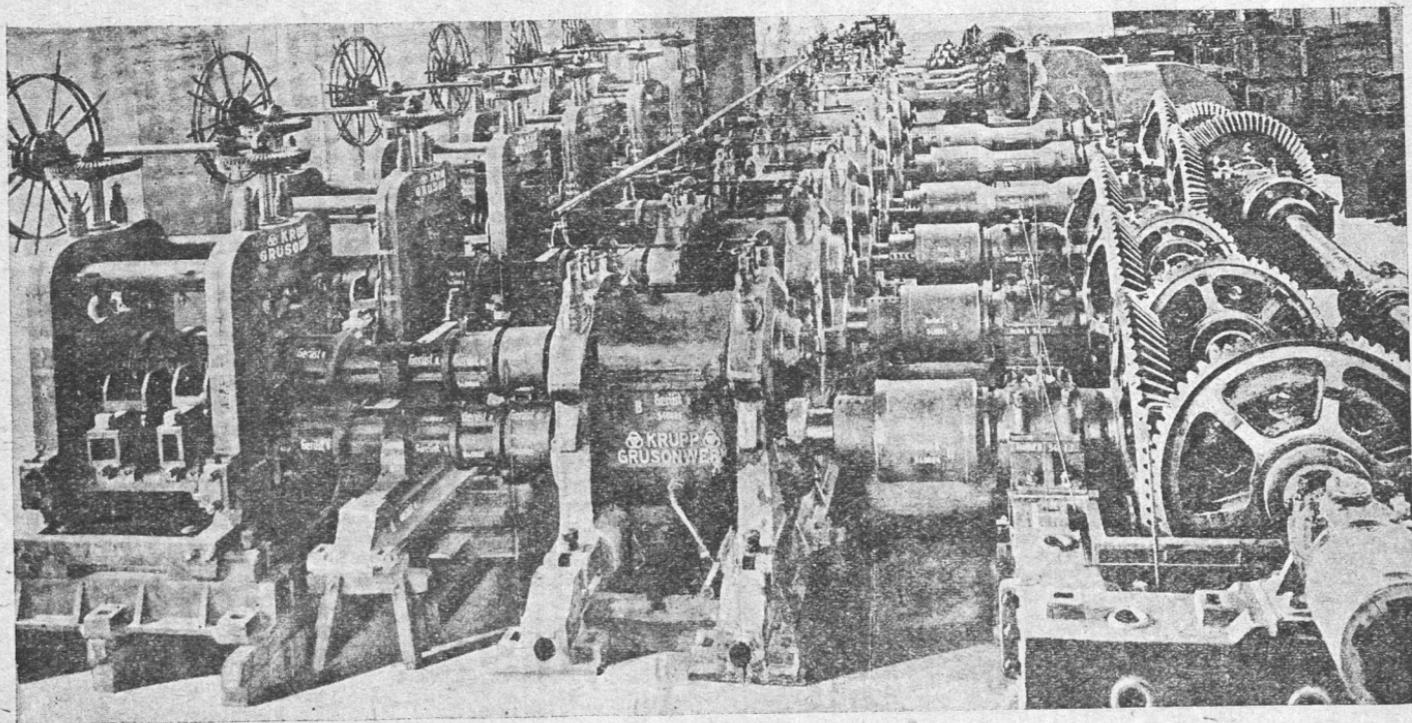


Фиг. 16. Схема конической передачи в непрерывном стане

ответствии с теми вытяжками, какие имеет прокатываемая штука в каждой клетке. На фиг. 17 представлено, что в 1-й от нас клетке на валу мотора находится большее зубчатое колесо, на валу клетки — меньшее колесо. Во второй клетке — на валу мотора — меньшее колесо, а на валу клетки — такое же, как и в предыдущей клетке. В 3-й клетке — на валу мотора еще меньшее колесо, а на валу клетки такое же колесо. Следующие клетки 4, 5 и 6 приводятся во вращение от другого вала, идущего к другому мотору, причем там характер передачи аналогичен вышеизложенному и имеет целью также изменение числа оборотов в каждой последующей клетке.

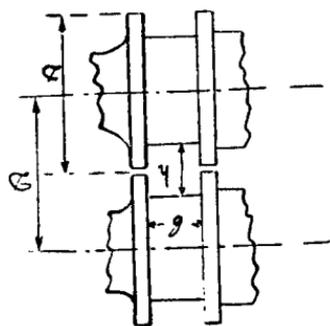
Спросим себя, как же разобраться по этой фотографии в работе такого стана. Очевидно, раз сидящие на коренном валу зубчатые колеса, все время смотря от нас уменьшаются, то число оборотов валков также будут уменьшаться, а, значит, прокатываемую штуку нужно задавать со стороны, противоположной нам на фигуре. Те клетки, которые более удалены от нас, будут вращаться с меньшей скоростью, а те, которые находятся ближе к нам — с большей. Для удобства передачу производят от 2-х, а иногда и большего числа коренных валов, приключенных к моторам, которые также обычно имеют разное число оборотов.

Таким образом, если подобрать, согласно вытяжкам, число оборотов валков, то штука, заданная в 1-й клетке, будет беспрепятственно прокатываться в каждой последующей клетке, не образуя петель, что является идеалом для прокатки в непрерывных станах.



Фиг. 17. Общий вид непрерывного стана с передачей

Мы разобрали случай прокатки в гладких валках, т. е. принимали, что диаметр валков везде одинаков. Если же мы прокатываем не в гладких валках, а в так называемых ручьевых или калиброванных, т. е. в таких, в которых прокатка производится в вырезках валков (калибрах,) то там диаметр валков будет неодинаков — он будет зависеть от глубины выреза и, следовательно, в этом случае нельзя сказать, что число оборотов в каждой последующей клетке зависит только от вытяжки, которую получает металл в предыдущей клетке. Здесь нужно будет учитывать еще, какой вырез имеет валок и уже потом, зная диаметр в этой вырезной части (так называемый работающий диаметр в калибре) можно будет определить то число оборотов, которое нужно дать валкам этой клетки для того, чтобы поглотить всю длину металла, вышедшую из предыдущей клетки.



Фиг. 18. Рабочий диаметр валков  $D - h$

Предположим теперь, что мы ведем прокатку в калиброванных валках; пренебрегая опять уширением для простоты расчета, будем считать, что прокатываемая в валках штука подвергается только уменьшению по высоте, т. е. обжатую, в результате чего она вытягивается. Кантование отсутствует<sup>1)</sup>.

В гладких валках величина работающего (катающего) диаметра была равна величине среднего диаметра валков, а в калиброванных валках величина катающего диаметра меньше величины среднего диаметра валка на глубину калибра (фиг. 18).

Для подсчетов воспользуемся опять формулой для определения скорости прокатки в каждой клетке (см. стр. 20). Теперь в этой формуле диаметр валков будет изменяться от калибра к калибру.

В первой клетке при скорости выхода металла 1,5 метра в секунду будем иметь число оборотов валков равным:

$$\frac{1,5 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,4} = 71,7 \text{ обор. в минуту.}$$

Здесь 0,4 м = 400 мм диаметр валков (500 мм. минус глубина калибра. равная толщине входящей полосы, 100 мм).

Во второй клетке аналогично получим :

$$\frac{2,25 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,433} = 99 \text{ обор. в минуту,}$$

где 0,433 м = 433 мм — есть разность : 500 — 67 мм = 433 мм.

<sup>1)</sup> Это соответствует прокатке полосы.

В третьей клетки получим:

$$\frac{3,38 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,4553} = 142 \text{ обор. в минуту и т. д.}$$

В нижеследующей таблице приведены данные для толщины штуки, выходящей из валков ( $h$ ) обжатия ( $H - h$ ) и скорости прокатки ( $v$ ), которые такие же, как и в предыдущей таблице для гладких валков. Что же касается числа оборотов ( $n$ ), то в связи с изменением работающих диаметров валков ( $D$ ), величины  $n$  также другие. Разница в числе оборотов по сравнению с предыдущей таблицей хотя и небольшая, особенно для последних пропусков, но все же надо себе отчетливо представить, что для калиброванных и гладких валков того же среднего диаметра числа оборотов должны быть разные.

Клетки	1	2	3	4	5	6
$v$ . . . . .	1,5	2,25	3,38	5,06	7,60	11,40
$H - h$ . . . . .	50	33	22,3	14,9	9,9	6,6
$h$ . . . . .	100	67	44,7	29,8	19,9	13,3
$D$ . . . . .	400	433	455,3	470,2	480,1	486,7
$n$ . . . . .	71,7	99	142	206	303	447

Произведем теперь более точный подсчет чисел оборотов валков, принимая в расчет уширение полосы при прокатке. Величины обжатий примем те же самые для возможности сравнения получаемых результатов. Уширение будем определять, пользуясь простой формулой Жеза<sup>1)</sup>

$$Z = k (H - h),$$

где

$Z$  — величина уширения в мм.

$k$  — коэффициент уширения, принимаемый для мягкой стали равным 0,35 мм.

$H - h$  — обжатие в мм.

Эта формула дает, как мы видим, зависимость уширения только от обжатия. Между тем, как мы уже выяснили, уширение

<sup>1)</sup> Знаменитый французский прокатчик и калибровщик, написавший в 1900 году известную книгу „Прокатка железа и стали“, имеющуюся в русском переводе.

зависит еще от целого ряда важных факторов. Поэтому формула Жеза, как не учитывающая всех факторов, не всегда дает хорошие результаты. Больше всего она подходит для средних размеров прокатываемых полос. а это мы как раз и имеем в данном рассматриваемом примере. Для таких случаев можно считать формулу Жеза приемлемой и в виду ее простоты для подсчетов удобной для пользования.

Перейдем к самому расчету. В первом пропуске обжатие 50 мм, уширение будет равно:

$$Z_1 = 0,35 \cdot 50 = 17,5 \text{ мм.}$$

Примем начальную ширину полосы (заготовки) 150 мм, тогда ширина полосы после выхода из первой клетки будет равна  $b = 150 + 17,5 = 167,5$  мм.

Сечение начальное до 1-го пропуска  $Q_1 = 150 \times 150 = 22500$  мм.

Сечение конечное после 1-го пропуска  $q_1 = 100 \cdot 167,5 = 16750$ .

Вытяжка в 1-м пропуске  $\mu_1 = \frac{Q_1}{q_1} = \frac{22500}{16750} = 1,34$ .

Вспомним, что скорость задаваемой штуки в 17-ю клеть — 1 метр (в секунду), а скорость выходящей из первой клетки полосы мы получим 1,34 метр (в сек.).

Число оборотов валков в первой клетке теперь будет:

$$n_1 = \frac{1,34 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,4} = 64 \text{ оборота в минуту}$$

Во второй клетке обжатие 33 мм. Уширение получается:

$$Z_2 = 0,35 \cdot 33 = 11,5 \text{ мм.}$$

Ширина выходящей из 2-й клетки полосы:  $b_2 = 167,5 + 11,5 = 179,0$  мм. Сечение заданной во вторую клетку полосы является сечением вышедшей из первой клетки полосы:  $Q_2 = q_1 = 16750$  мм.

Сечение вышедшей из второй клетки полосы равно:

$$q_2 = 67 \cdot 179 = 12000 \text{ мм.}$$

Вытяжка во второй клетке:

$$\mu_2 = \frac{Q_2}{q_2} = \frac{16750}{12000} = 1,40$$

Скорость выходящей из второй клетки полосы равняется:

$$V_2 = 1,34 \cdot 1,40 = 1,87 \text{ метров в секунду.}$$

Число оборотов валков во второй клетке будет:

$$n_2 = \frac{1,87 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,433} = 82,5 \text{ оборота в минуту.}$$

В третьей клетки обжатие 22,3 мм. Уширение равно:

$$Z_3 = 0,35 \cdot 22,3 = 7,8 \text{ мм.}$$

Ширина выходящей из третьей клетки полосы:  $b_3 = 179,0 + 7,8 = 186,8$  мм. Сечение выходящее из третьей клетки, равно:

$$q_3 = 44,7 \cdot 186,8 = 83500 \text{ мм}^2.$$

Вытяжка в третьей клетки:

$$\mu_3 = \frac{Q_3}{q_3} = \frac{12000}{8350} = 1,44$$

Скорость выходящей из третьей клетки полосы равна:

$$V_3 = 1,87 \cdot 1,47 = 2,69 \text{ метров в секунду.}$$

Число оборотов валков в третьей клетки равна:

$$n_3 = \frac{2,69 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,4553} = 113 \text{ оборотов в минуту.}$$

Подобным образом производим все вычисления для 4. 5 и 6-го калибров, для ясности употребляя значки, соответствующие номерам калибров.

$$H_4 - h_4 = 14,9 \text{ мм; } Z_4 = 0,35 \cdot 14,9 = 5,2 \text{ мм.}$$

$$Q_4 = q_3 = 8350 \text{ мм}^2, \quad b_4 = b_3 + Z_4 = 186,8 + 5,2 = 192 \text{ мм.}$$

$$q_4 = 29,8 \cdot 192 = 5720 \text{ мм}^2$$

$$\mu_4 = \frac{Q_4}{q_4} = \frac{8350}{5720} = 1,46$$

$$V_4 = 2,69 \cdot 1,46 = 3,93 \text{ м/сек.}$$

$$n_4 = \frac{3,93 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,4702} = 160 \text{ об/мин.}$$

$$H_5 - h_5 = 29,8 - 19,9 = 9,9 \text{ мм; } Z_5 = 0,35 \cdot 9,9 = 3,5 \text{ мм}$$

$$b_5 = b_4 + Z_5 = 192 + 3,5 = 195,5 \text{ мм;}$$

$$Q_5 = q_4 = 57200 \text{ мм}^2 \quad q_5 = 19,9 \cdot 195,5 = 3890 \text{ мм}^2.$$

$$\mu_5 = \frac{Q_5}{q_5} = \frac{5720}{3890} = 1,47$$

$$V_5 = 3,93 \cdot 1,47 = 5,77 \text{ м/сек.}$$

$$n_5 = \frac{5,77 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,4801} = 230 \text{ об/мин.}$$

$$H_6 - h_6 = 19,9 - 13,3 = 6,6 \text{ мм; } Z_6 = 0,35 \cdot 6,6 = 2,3 \text{ мм}$$

$$b_6 = b_5 + Z_6 = 195,5 + 2,3 = 197,8 \text{ мм}, \quad Q_6 = q_5 = 3890 \text{ мм}^2$$

$$q_6 = 13,3 \cdot 197,8 = 2630 \text{ мм}^2;$$

$$\mu_6 = \frac{Q_6}{q_6} = \frac{3890}{2630} = 1,48;$$

$$V_6 = 5,77 \cdot 1,48 = 8,53 \text{ м/сек.}$$

$$n_3 = \frac{8,53 \cdot 60}{3 \cdot 14 \cdot 0,4867} = 335 \text{ об/м.}$$

Сведем полученные данные в нижеследующую таблицу :

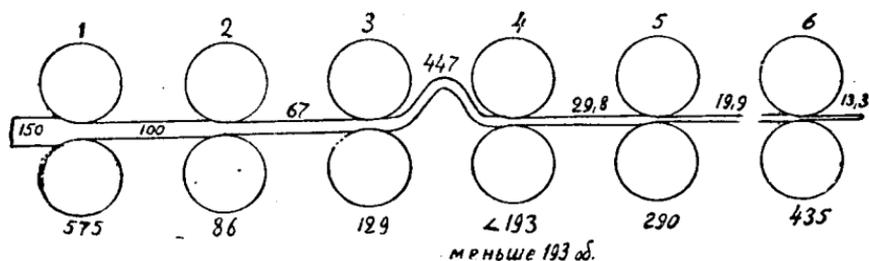
Клетки	1	2	3	4	5	6
$H-h$	50	33	22,3	14,9	9,9	6,6
$h$	100	67	44,7	29,8	19,9	13,3
$\mu$	1,34	1,40	1,44	1,46	1,47	1,48
$V$	1,34	1,87	2,69	3,93	5,77	8,53
$D$	400	433	455,3	470,2	480,1	486,7
$n$	64	82,5	113	160	230	335

Сравнивая полученные вытяжки и число оборотов с таблицей на стр. 25 видим, что уширение в довольно значительной степени изменяет вытяжки в сторону уменьшения в первых пропусках, а числа оборотов поэтому больше будут разниться в сторону также уменьшения к последним пропускам. Чтобы лучше убедиться в имеющейся разнице, запишем эти данные в таблицку и вычислим разницу в  $\frac{0}{0}$ , приняв числа, относящиеся к случаю без уширения, за  $100\frac{0}{0}$ .

Клетки	$\mu$			$n$		
	Без ушир.	С ушир.	Разница $\frac{0}{0}$	Без ушир.	С ушир.	Разница $\frac{0}{0}$
1	1,5	1,34	10,6	71,7	64	10,6
2	1,5	1,40	6,7	99	82,5	16,7
3	1,5	1,44	4	142	113	20,4
4	1,5	1,46	2,7	206	160	22,3
5	1,5	1,47	2	303	230	24,1
6	1,5	1,48	1,3	447	335	25,0

Таким образом, приведенные вычисления показывают всю важность уширения при определении вытяжек и чисел оборотов в непрерывных станах. Особое значение этого вопроса для непрерывных станов связано с необходимостью, как было уже сказано выше, точного сочетания вытяжек с числами оборотов валков в соседних клетях по отношению друг к другу, дабы избежать могущей быть в этом несогласованности.

Следует еще подчеркнуть, что помимо того, что мы не должны допускать образования петель при прокатке путем строгого согласования вытяжки штуки и числа оборотов валков, при этом, однако, можно представить себе такой случай, когда скорость одной или нескольких последующих клетей будет больше, чем необходимо, согласно вытяжке. В таком случае образование петли, конечно, не наступит, но последующая клеть будет быстрее забирать, штуку, чем ее выдает предыдущая клеть и получится растяжение металла между клетями. Такое растяжение очень



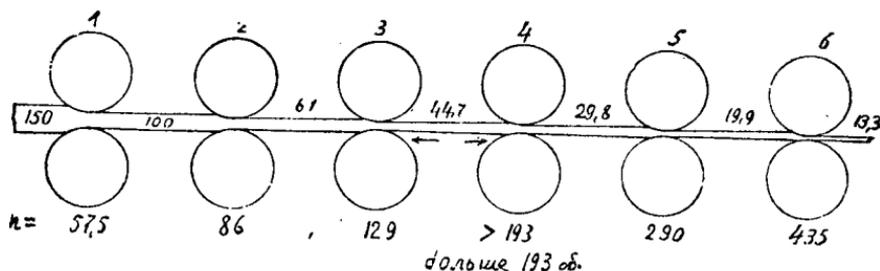
Фиг. 19. Получение петли в валках непрерывного стана

вредно для металла, который может быть настолько натянут, что образуются трещины (рванины) при прокатке, а кроме того, такое натяжение вредно и для самого стана, так как оно будет расстраивать стан, и при выходе штуки из валков будет грозить стану толчками, которые могут вызвать поломку его частей и в частности валков.

Таким образом выходит, что уменьшение скорости валков последующих клетей против той скорости, которая точно соответствует вытяжкам металла, ведет к образованию петель, а увеличение скорости этих клетей — к образованию натяжения. На фиг. 19 представлено, как при уменьшении числа оборотов в 4-й клетке может получиться петля, а на фиг. 20 — как при увеличении числа оборотов в той же клетке против согласованного с вытяжкой может получиться натяжение металла. В виду малого расстояния между клетями появляющейся петле негде вмещаться, а растяжение вредно для качества металла. Нужно поэтому стараться не допускать ни того, ни другого. Поэтому в непрерывном стане мы очень жестко ограничены в отношении окружной скорости валков, а следовательно, и числа оборотов их.

Из сказанного уже становится ясным, что подобрать число оборотов в каждой клетке и тесно увязать это число оборотов вытяжкой прокатываемой штуки в валках очень важно и это является залогом успешной работы непрерывного стана.

Так как описанные непрерывные станы устанавливаются с определенной передачей т. е. установка зубчатых передаточных колес дает определенное число оборотов валков в каждой клетке, то естественно, что здесь уже, имея определенное число оборотных валков (в каждой клетке) приходится приспосабливать к этому числу оборотов калибровку стана на разных сортах, т. е. те вытяжки, которые мы дадим металлу в каждой клетке. Ясно, что если эти вытяжки будут строго соответствовать числу оборотов валков, то тогда стан будет работать бесперебойно, без образования петель и без растяжения и штука, выходящая из валков, не будет иметь пороков, которые могут быть вызваны растяжением либо неправильной прокаткой, благодаря образованию пе-



Фиг. 20. Возникновение растяжения штуки в валках непрерывного стана

тель. Ведь петли при отсутствии необходимого для них места будут расстраивать передающие штуку части стана, как-то жолоба, проводки, линейки, трубки и т. п.

Если бы мы имели только 2 расположенных друг за другом клетки, то, очевидно, отрегулировать их было бы не так трудно. Регулировка в этом случае состояла бы в том, что тогда, когда у нас получается петля, т. е. 2-я клетка не успевает забрать то, что дает 1-я, то мы должны были бы уменьшить обжатие в 1-й клетке, и этим самым уменьшить вытяжку в этой клетке и, таким образом, уменьшая вытяжку, мы дали бы возможность 2-й клетке поглотить то что дает 1-я клетка.

В случае, если бы у нас образовалось растяжение между клетками, мы должны были бы опустить (нажать) верхний валок в 1-й клетке, т. е. увеличить обжатие и вытяжку в 1-й клетке и этим самым дать во 2-ую клетку нужную длину штуки. Регулирование здесь было бы довольно простое, так как образование петель можно заметить на глаз, а образование растяжения определяется по слуху и по ходу работы стана, ибо в таких случаях стан дает толчки в передаче, получающиеся в тот момент, когда штука выходит из 1-й клетки.

Если же имеется не 2 клетки, а несколько, то не трудно догадаться, что необходимость подобного регулирования возникла бы в каждой паре соседних клеток, т. е. нужно было бы таким же образом, кроме 1-й и 2-й клеток, регулировать соседние 2 и 3-ю клетки, затем 3 и 4-ю и т. д.

Следовательно, изменение настройки какой-нибудь одной клетки в таком непрерывном стане вызывает необходимость настройки и всех остальных клеток, так как все они при прокатке связаны друг с другом через прокатываемую штуку.

Как видим, в станах, которые имеют много клеток, непрерывно следующих друг за другом, регулирование будет довольно затруднительное и поэтому нужно особенно хорошо знать работу такого стана и иметь большую опытность, для того, чтобы правильно и бесперебойно его наладить.

Отсюда также уже ясно, что чем больше будет клеток, непрерывно расположенных друг за другом, тем труднее будет отрегулировать непрерывный стан. Вот это последнее обстоятельство и привело к тому, что непрерывные станы начали чаще располагать группами не в 8—10 клеток, а меньшими группами—с числом клеток от 4 до 6, даже иногда в 2 клетки. Преимущества такого расположения нам уже ясны из только-что изложенного и чем меньше клеток, тем легче отрегулировать такие группы, а следовательно, чем на большее число групп с меньшим числом клеток в каждой группе будет разбит непрерывный стан, тем, вообще говоря, работа такого непрерывного группового стана будет более легкая и нам не нужно будет, затронув для регулирования одну клетку, регулировать клетки во всем стане, а достаточно будет отрегулировать только одну группу клеток. Расстояния между группами нужно выбирать такие, чтобы штука, выйдя из одной группы, свободно уложилась по пути до 2 группы и могла бы, так сказать, отдохнуть на этом расстоянии, т. е. не испытывать тех напряжений, которые неизбежны при прокатке в непрерывном стане, ибо совершенно идеально согласовать вытяжки с числом оборотов валков практически, конечно, невозможно.

Легко себе представить целый ряд причин, которые могут вести к расстройству стана, которое трудно обнаружить, если оно не велико и не достигло видимых и ощутимых пределов (петель, толчков). Причинами могут быть, например: немного большее или меньшее обжатие; незначительное изменение катающего диаметра валков, благодаря их истиранию; разные температуры прокатываемых штук, благодаря чему получается различная игра валков (пружина, или зазор между валками), а, следовательно, и разные обжатия и т. п.—все это в той или иной мере вызывает расстройство, или, во всяком случае, ненормальную работу непрерывного стана.

Как мы уже выше видели, непрерывный стан системы Бетсон-Моргана в первом своем виде имел 16—14 клеток. Теперь мы уже можем сказать, что такое большое число клеток, следующих

непрерывно друг за другом, с очень малым промежутком между ними, недостаточным для свободного помещения в нем штуки, было неудачно. Очевидно, в станах Бетсон - Моргана было очень затруднено регулирование, так как там друг с другом были связаны 16 — 14 клетей. Это было также одной из причин первой неудачной работы стана Бетсон - Моргана.

В новейших схемах непрерывных станов, сейчас очень распространенных, мы не видим такого большого числа следующих друг за другом непрерывно расположенных клетей. Число клетей обычно находится в пределах от 4 до 6, редко до 10 клетей, а иногда только 2 клетки в одной группе, а число таких групп — 2—3, реже ограничиваются одной группой.

Последних типов станы называются непрерывными станами с групповым расположением клетей. Но все же рассоединение клетей на группы сохранило указанные трудности регулирования, присущие самому принципу работы непрерывного стана, хотя они теперь и значительно уменьшились.

Непрерывная группа требует очень внимательного надзора за собой и в случае, если какая-нибудь из клетей начнет не поспевать, либо опережать соседнюю, сейчас же необходимо ее отрегулировать. Но, все же, несмотря на тщательность регулирования, мы не можем достигнуть совершенно идеальной прокатки на таком стане, т. е. прокатки без образования сколь-нибудь заметных петель, либо некоторого натяжения. Если петли заметны глазом и их можно скорее обнаружить, то натяжение металла от клетки к клетке обнаружить не так легко. Прислушаться к нему при работе стана иногда также не легко и поэтому станы зачастую работают с некоторым натяжением.

Спросим себя, каким образом это натяжение может влиять на изготовление точного профиля нашей продукции.

Если мы предположим, что между последней клетью, которая выпускает готовый продукт, и предпоследней возникает натяжение, то это значит, что предпоследняя клетка сдерживает поступление металла в последнюю клетку, а это сдерживание, очевидно, отразится на выполнении профиля в чистовой клетке, т. е. наш профиль может выйти не таким выполненным, каким бы он вышел, если бы этого натяжения не было. А так как учесть и регулировать это натяжение очень трудно, то наперед трудно предугадать, какой степени точности профиль будет выходить из последней клетки. Это особенно важно при прокатке профилей, требующих особо тщательного и точного конечного размера и при прокатке фасонных профилей, в которых такое растяжение может дать получение недовыполненного конечного изделия. Наоборот, если у нас образуется хотя бы легкая петля между последней и предпоследней клетью, то мы можем получить изделие из последнего пропуска с заусенками, т. е. калибр переполнится металлом, благодаря нагнетанию его из предпоследней клетки.

Кроме того, петля испортит изделие и вызовет расстройство стана. В наших обычных станах, где мы имеем образование петель свободно в карманах между клетями, например, в мелкосортных и проволочных станах, или мы катаем одновременно только в одном пропуске, как в среднесортных станах, там, естественно, ни образования петель, ни образования натяжений возникнуть не может и там не приходится об этом задумываться.

В непрерывных же станах это обстоятельство имеет большое значение и, ввиду трудности регулирования таких станов, получить точный конечный профиль бывает затруднительно. Поэтому, для получения точных конечных изделий непрерывные станы имеют меньшее распространение, чем для получения изделий, не требующих особой точности. Точные изделия лучше получаются в клетях, которые расположены не непрерывно, а рядом в линию. Отсюда возникает необходимость расположения в линии, для возможности прокатки фасонных профилей или образования свободных петель, только чистовых клеток и отчасти черновых, а обжимные клетки можно располагать непрерывно, так как в них не требуется получения точного профиля.

Исходя из этого, расположение такого комбинированного стана будет таково: вначале идет непрерывная группа, одна или несколько, которая заменяет имеющиеся у нас на старых станах обжимную и отчасти черновые клетки (обжимная и черновая линии); затем идет часть черновой и чистовая линии, расположенные не непрерывно. Надо только озаботиться, чтобы работа в непрерывной части и в непрерывной (ее называют периодической) части стана строго между собою была увязана и чтобы ни одна из этих частей не задерживала другую.

Вот эти, так называемые полунепрерывные станы в настоящее время очень распространены, особенно в качестве среднесортных, мелкосортных, а также и проволочных станов.

Несколько слов следует сказать и о том, сколько штук одновременно мы можем прокатывать в непрерывном стане.

Мы знаем, что на наших обычных станах, напр., на мелкосортных станах, мы можем прокатывать сразу несколько штук, одну в одной клетке, другую в другой и т. д.; число штук зависит от правильного подбора калибров, от правильной расстановки рабочей силы, а также и от мощности двигателя стана.

На непрерывных станах в одной непрерывной группе обычно прокатывается только одна штука. Лишь только тогда, когда она выходит из непрерывной группы, в нее задают следующую штуку. С одной стороны, такая работа обуславливается тем, что обычно нет нужды в непрерывном стане прокатывать сразу несколько штук, ибо продолжительность прокатки в непрерывном стане значительно меньше, чем в обычном стане, а потому производительность непрерывных станов больше. С другой стороны, это объясняется тем, что катать сразу несколько штук в непрерывном стане очень затруднительно.

Как мы выяснили выше, регулирование даже одной штуки, прокатываемой в непрерывной группе, очень затруднительно, и, конечно, затруднения эти возрастают, если мы будем катать не одну штуку, а две. Кроме того, нужно будет иметь очень сильный двигатель так как в непрерывной группе прокатка одной штуки происходит не в одной, а сразу в нескольких соседних клетях.

Все это приводит к тому, что в непрерывных группах прокатывают, как правило, только одну штуку, а мы знаем, что при прокатке проволоки наши обычные станы, катающие в несколько ниток (число их доходит до 5—6), имеют возможность значительно повысить свою производительность. При прокатке проволоки в непрерывном стане в одну нитку даже и непрерывность прокатки не может дать той производительности, какую мы получаем на наших обычных проволочных станах катающих во много ниток, так как здесь большое значение уже имеет кроме непрерывности и скорости прокатки также и длина прокатываемого изделия. Как мы знаем, длина проволоки в мотке равна свыше 300 метров.

Попытки прокатывать в непрерывном стане проволоку во много ниток не увенчались успехом. Регулирование такого стана было настолько сложным, что не было никакой возможности прокатывать больше 2-х ниток. Еще при 2-х нитках работать можно, но увеличение числа ниток до 3-х вызывает затруднения, с которыми очень трудно справиться.

В самом деле, если ниток будет 2, то регулирование этих двух ниток потребует двойного внимания, ибо для того, чтобы отрегулировать одну нитку, мы должны настроить всю систему связанных друг с другом клетей, а для отрегулирования 2-й нитки требуется аналогичная настройка тех же клетей, причем настройка валков для прокатки одной нитки может не совсем соответствовать настройке при двух нитках. Поэтому отрегулировать обе нитки настолько точно, чтобы обе они прокатывались совершенно одинаково, почти не представляется возможным. Те или иные изменения при прокатке в диаметрах валков, сработанности калибров, в температуре штуки и т. д. неизбежно вызовут при такой большой длине прокатываемой штуки либо образование натяжения, либо образование петель, а это в известной степени будет расстраивать стан и вызовет снова необходимость регулирования и т. д. Малейшее изменение в работе стана вызывает неполадки в одной нитке, а начав регулировать эту нитку, мы тем самым затрагиваем работу и соседней нитки, что приводит к большой сложности регулирования.

Если взять не 2, а 3 нитки, то сложность эта значительно возрастет и достигнет таких размеров, что практически прокатку в 3 нитки почти невозможно осуществить.

Все же, в виду малых размеров проволоки и меньшей требовательности к точности ее размеров, проволочные станы с не-

прерывным расположением всех клетей существуют, хотя они и дают несколько меньшую производительность, чем полунепрерывные проволочные станы с большим числом (до 7-ми) ниток.

Их существование вызывается другими соображениями, а именно: малым занимаемым местом, меньшим числом обслуживающего персонала, меньшим расходом энергии на прокатку в виду меньшего охлаждения металла из-за отсутствия петель и т. п.

Современные мелкосортные станы по указанным выше причинам имеют полунепрерывное расположение.

Таким образом, мы видим что полунепрерывное расположение было вызвано вполне понятной необходимостью сочетания высокой производительности непрерывной прокатки и точности профиля периодической прокатки и оно в настоящее время не даром является наиболее распространенным на новейших и реконструированных заводах. Оно дает наибольшие удобства, как в смысле большей производительности стана, благодаря непрерывным обжимным и черновым клетям, так и в смысле возможности выполнения точных и фасонных конечных профилей и прокатки в несколько ниток в чистой линии, расположенной для периодической прокатки.

Что касается среднесортных станов, то непрерывное расположение клетей в них употребляется обыкновенно в качестве обжимной группы, а затем идут черновые и чистовые клетки, расположенные не непрерывно.

Преимущество непрерывных станов, заключающееся в высокой их производительности, дало возможность применить их в очень широком масштабе в качестве заготовочных станов, т. е. станов, перекатывающих блюмы в заготовки и стоящих непосредственно за блюмингом. Прокатываемые в таких станах из блюмов заготовки для сортопрокатных и проволочных станов не требуют большой точности сечения, но от этих станов требуется большая производительность.

В качестве заготовочных станов в настоящее время именно и употребляются непрерывные станы, имеющие чаще всего 2 группы непрерывно расположенных клетей, с числом их от 4 до 6 в каждой группе. При этом блюмы можно прокатывать в одной группе—в первой и прокатанную штуку, порезав на нужные длины, дать в качестве заготовок для среднесортных и отчасти мелкосортных станов, употребляющих более крупные начальные размеры; а можно штуку, прошедшую через 1-ю группу, пропустить через 2-ю группу и получить размер сечения меньший; порезав эту прокатную штуку на соответствующие длины, получим из нее заготовки для мелкосортных и проволочных станов.

Заготовки, идущие на проволочные станы, имеют обычно размеры сечения от  $50 \times 50$  до  $38 \times 38$  мм.

На мелкосортные станы обычно идут заготовки, размером сечения от  $50 \times 50$  до  $100 \times 100$  мм.

На среднесортные станы употребляются размеры сечения свыше  $100 \times 100$  до  $200 \times 200$  мм. Кроме заготовок из 1-й непрерывно-заготовочной группы, на среднесортных станах употребляются блюмы, при прокатке более крупных профилей. Благодаря высокой производительности один непрерывный стан, имеющий 2 группы непрерывного расположения клетей, может удовлетворить несколько сортовых станов нужными размерами заготовок.

Непрерывные и полунепрерывные прокатные станы применяются не только в качестве заготовочных, сортовых и проволочных. Мы имеем целый ряд случаев применения непрерывных станов в других видах прокатного производства, напр. при прокатке труб в стане Фассля, при прокатке листов и др.

В Америке имеются случаи устройства и непрерывных блюмингов. Такие блюминги имеют стоящие друг от друга на некотором расстоянии клетки и благодаря непрерывному расположению и прокатке только в одном направлении, в одной клетке можно делать только один пропуск, а следовательно, одновременно в такого типа блюминге, состоящем из нескольких клетей (на заводе Гери 9 клетей) можно катать сразу два слитка, поступающих друг за другом через очень короткие промежутки времени. Производительность непрерывного блюминга значительно повышается против производительности обычного одноклетьевого блюминга. Устройство таких непрерывных блюмингов требует очень больших затрат, так как оно связано с установкой нескольких больших клетей и сложных механизмов. В настоящее время еще является весьма спорным, оправдается ли увеличенная стоимость постройки и эксплуатации экономией в производственных затратах, получающихся от повышенной производительности<sup>1)</sup>. Что касается рельсовых станов, то применение непрерывного расположения к ним неудобно, так как потребовало бы очень большой длины прокатного цеха. Поэтому в рельсовом стане непрерывно могут быть расположены только 2 или 3 клетки, а затем приходится устраивать параллельно следующие клетки<sup>2)</sup>.

Во всяком случае, применение к рельсовым станам непрерывного расположения затрудняется и требует описанных выше изменений только ради уменьшения длины мастерской и удобства привода клетей, от моторов. Ведь рельсовая штука достигает при прокатке до 70, а иногда и более метров длины.

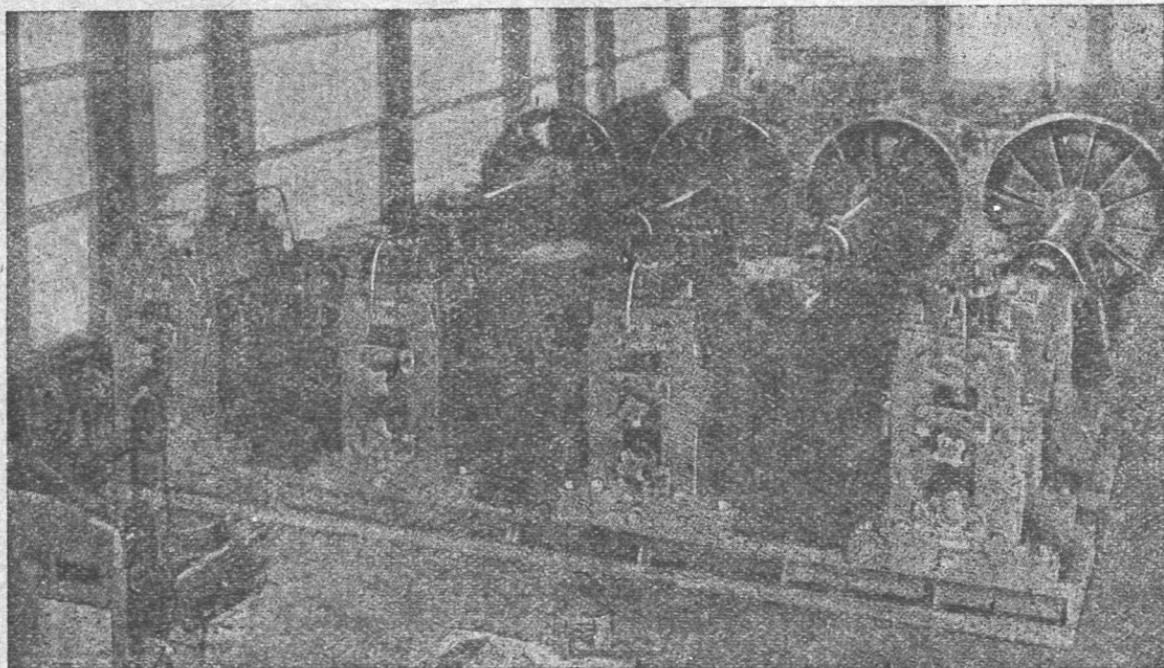
#### Глава IV

### УСТРОЙСТВО НЕПРЕРЫВНЫХ СТАНОВ

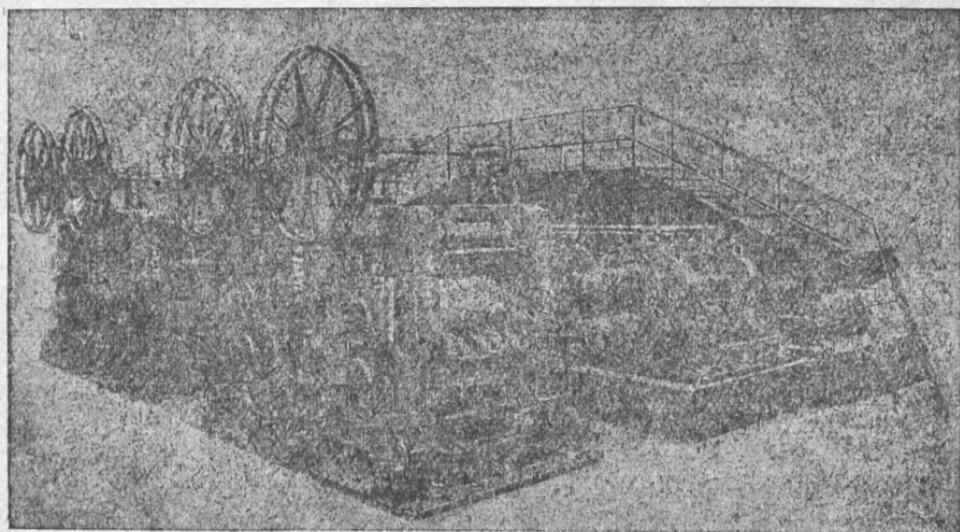
На фигуре 21 представлено 4 клетки непрерывного стана, причем можно разобратся в устройстве этих клетей.

<sup>1)</sup> Подробно о блюмингах см. книжку автора «Блюминги».

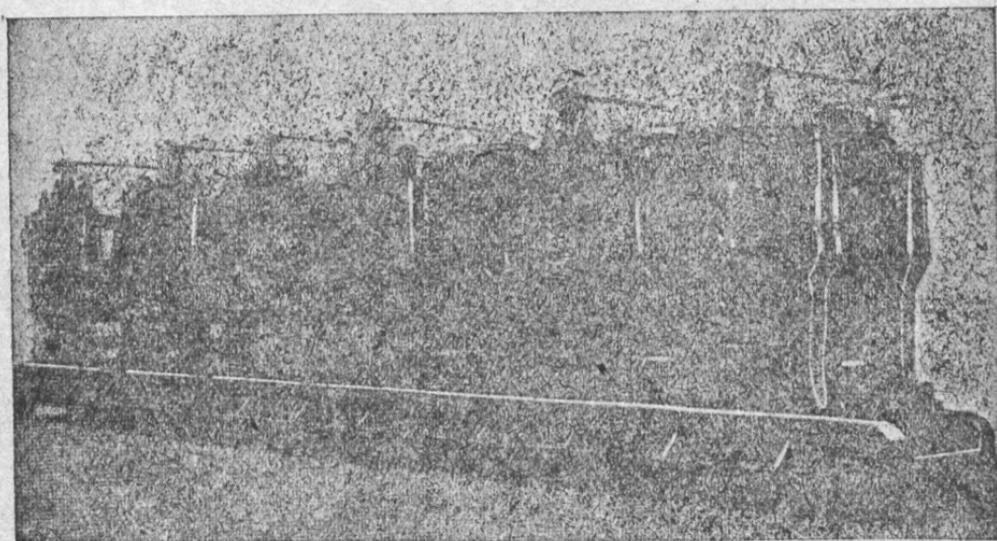
<sup>2)</sup> Подробно о рельсoproкатных станах см. книжку автора «Рельсовое производство».



Фиг. 21. Устройство клеток непрерывного стана



Фиг. 22



Фиг. 23

Фиг. 22 — 23. Клетки непрерывного стана

Станины не представляют ничего отличного от обычных. Установка их на раму также не представляет особенностей, подшипники и вкладыши устраиваются так же, как и в обычных станах; нажимное устройство совершенно напоминает наши нажимные приспособления.

Что касается типов станин, то их существует несколько. На фигуре 22 приведена станина закрытого типа, но есть также и станины со с'емной верхней частью, как представлено на фигуре 21 и 23. Здесь ясно видно, что верхняя часть станины может быть снята, а для укрепления ее устроены вырезы в теле станины и пропущены болты.

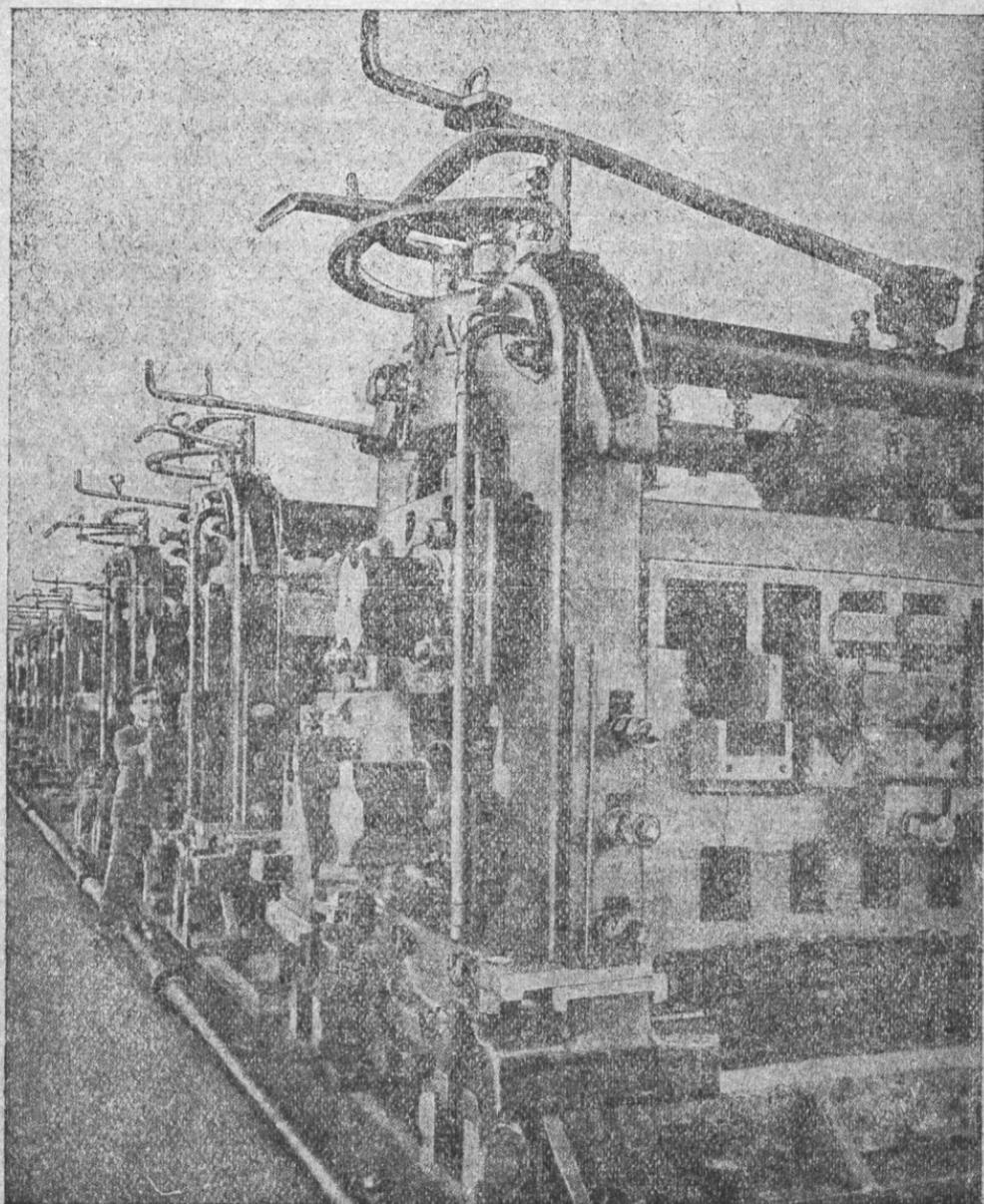
Устройство линеек и проводок совершенно такое же, как и в обычных станах, так что на этом нет нужды особо останавливаться. Здесь следует только отметить, что в непрерывных станах применяются специальные желоба, которые служат для передачи прокатываемой штуки из одной клетки в другую.

Таких желобов не применяют в обыкновенных станах, так как там штука задается в валки либо вальцовщиками, либо путем применения обводок. Передаточные желоба в непрерывных станах имеют назначение также и перекантовать штуку, так как прокатка обычно связана с обжатием попеременно то в одном, то в другом направлении. На фиг. 24 представлен смонтированный непрерывно-заготовочный стан.

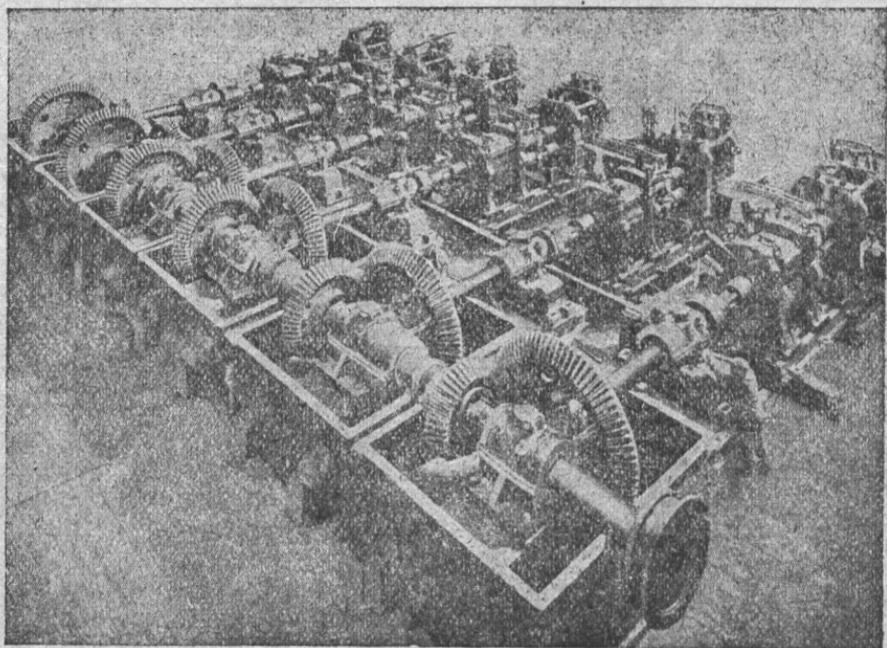
Типы калибров применяются различные. Прокатка полосового железа, которое идет главным образом, как заготовка для труб (штрипсы) и как заготовка для кровельных листов (сутунки), производится в валках, чаще всего гладких. Причем, для выравнивания ширины полосы служат специальные клетки, имеющие вертикальные валки; эти клетки называются эджерами. Задача этих эджеров заключается только в обравнивании кромок полосы и в придании полосе нужной ширины, но в них не делается большого обжатия полосы с боков. Валки, применяемые в эджерах, обычно имеют глубокие врезы, так что такая пара валков напоминает нам наши валки, применяемые для так назыв. ребровых пропусков, т. е. для прокатки полосы на ребро. В группе, состоящей из 6—10 непрерывных клеток, обычно имеется 1—2 клетки-эджеры.

При прокатке квадратных заготовок, кроме плоских (первых) калибров обычно употребляется система квадратных и овальных калибров, как наиболее распространенная и наиболее удобная для прокатки. Иногда, но гораздо реже, применяются и ромбические калибры. Характер этих калибров и прокатка в них аналогичны, как в тех же калибрах существующих наших станом для периодической прокатки.

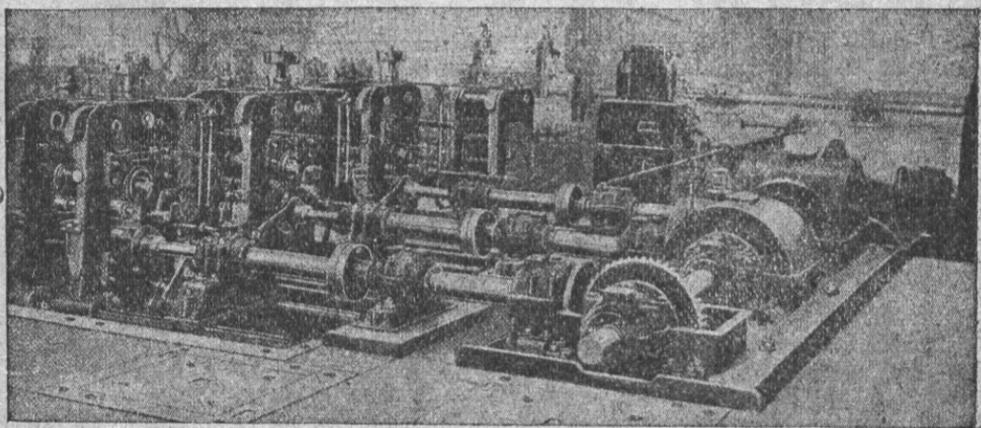
Выше, на фигуре 17, было уже представлено, каким образом осуществляется передача вращения от мотора к валкам. На фиг. 25 представлен непрерывно-заготовочный стан в момент сборки. Видна передача с меняющимися размерами зубчатых



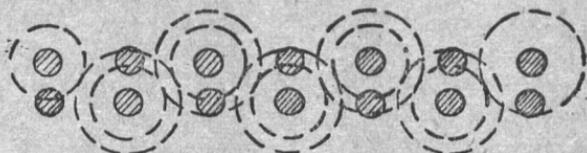
Фиг. 24. Непрерывно-заготовочный стан, законченный монтажем



Фиг. 25. Непрерывно-заготовочный стан в собранном виде



Фиг. 26. Коническая зубчатая передача в непрерывном стане



Фиг. 27. Цилиндрическая зубчатая передача в непрерывном стане

конических колес. Устройство конической передачи нами уже разбиралось выше. Кроме такой передачи, показанной еще и на фиг. 26, имеется еще цилиндрическая передача, представленная на фигуре 27.

Цилиндрическая передача также устраивается таким образом, чтобы число оборотов валков постепенно повышалось от 1-й клетки к последней и чтобы оно было строго согласовано с вытяжкой металла в валках. На фигурах 27, 28 и 29 представлена цилиндрическая передача, причем видно, что такая передача, хотя она имеет и большое число зубчатых колес, все же представляется довольно удобной и обычно вся она покрывается железным кожухом ради безопасности и ради уменьшения шума при работе стана.

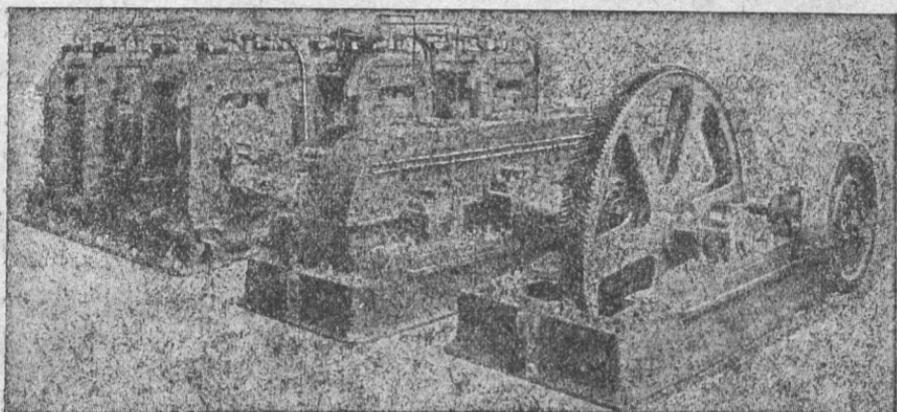
Что касается размеров передаточных шестерен, то они подбираются такими, чтобы наибольшие колеса не превышали 2—2,5 метра в диаметре, а наименьшие были не ниже полуметра. Это делается ради того, чтобы избежать слишком больших или малых колес и дабы соотношение между ними не превышало 4—5, так как при больших соотношениях устройство и работа передачи затрудняются.

Сложность передачи требует особенного внимания к наблюдению за нею. Обычно такая передача подвергается обильной смазке и тщательному уходу, и обработка передаточных шестерен производится очень тщательно. Шестерни изготавливаются из чугуна повышенного качества или из литой стали.

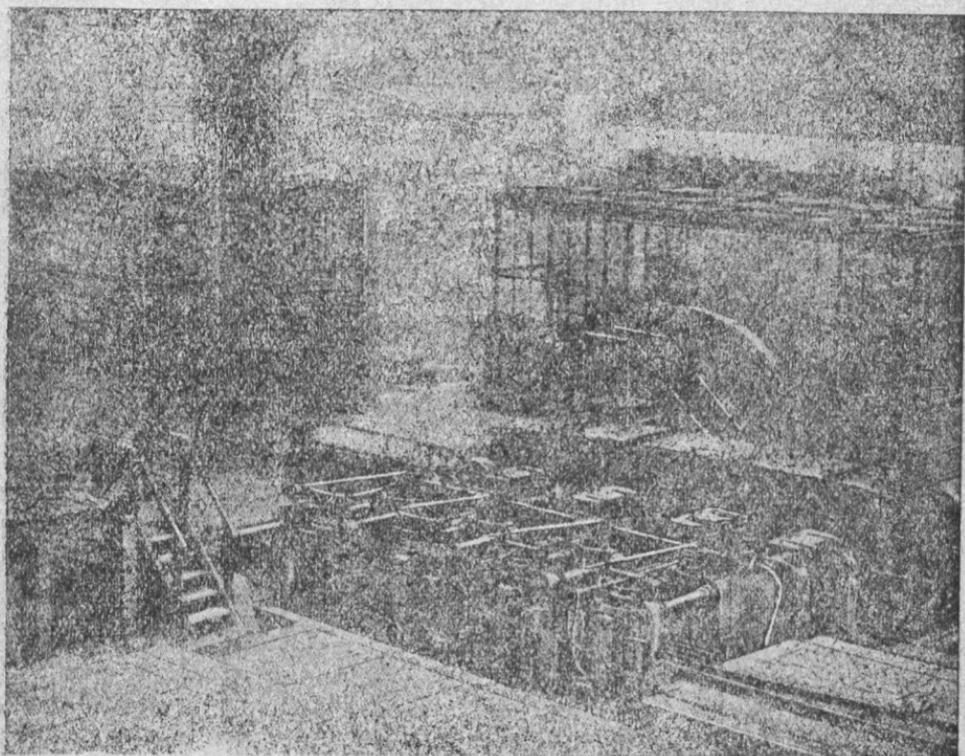
Выше мы уже отмечали, что регулирование непрерывных станов, в которых имеется зубчатая передача от одного мотора к нескольким клетям, может быть производима только путем согласования вытяжек, то - есть регулирования обжатий в каждой клетке.

Выше же были указаны и неудобства регулирования, благодаря которым непрерывный стан, состоящий из многих клеток, приводимых от одного мотора, требует тщательной настройки и ухода за собой, а также приспособления калибровок к передаче стана. Было бы гораздо удобнее, если бы можно было регулировать клетки не только величиною вытяжки, но и числом их оборотов, то есть, если бы можно было устроить переменное число оборотов для каждой клетки, в зависимости от того, какую мы по характеру калибровки должны дать вытяжку в этих клетях. Такое весьма облегчающее работу регулирования число оборотов валков в каждой клетке и было осуществлено устройством отдельных регулируемых моторов для каждой клетки. Подобные непрерывные станы состоят также из нескольких клеток, причем каждая клетка имеет свой собственный мотор, который может быть отрегулирован на то или иное нужное число оборотов.

Применение именно электрических моторов, а не каких-нибудь других двигателей для таких устройств вполне понятно,



Фиг. 28. Цилиндрическая зубчатая передача в непрерывном стане



Фиг. 29. Общий вид непрерывного стана и цилиндрической передачи

так как электрический мотор — это двигатель наиболее экономичный, компактный и удобный, требующий меньше места для установки и меньше ухода за собой. В настоящее время техника постройки электрических моторов имеет в этом направлении очень много успехов и сейчас строятся моторы, которые имеют регулирование числа оборотов на 100% и больше.

Характерным для этих моторов является то обстоятельство, что регулирование их оборотов в известных границах происходит автоматически, т. е. если мотор сильно загружается, то благодаря этому несколько уменьшается число его оборотов и, наоборот, если мотор облегчается в нагрузке, то число оборотов его соответственно повышается.

Представим себе, каким образом будет работать такой мотор в непрерывном стане, имеющем на каждой клетке свой собственный мотор. Предположим, что между 2 клетками возникло натяжение, т. е. последующая клетка вращается с большей скоростью, чем нужно, а предыдущая клетка не успевает подавать в последующую нужное количество металла; от этого та клетка, которая является последующей и тянет металл из предыдущей, будет перегружаться; в то же время предыдущая клетка будет за счет этого облегчаться. В результате получится некоторая перегрузка мотора последующей клетки и облегчение нагрузки мотора предыдущей клетки. Это отразится на числе оборотов моторов, так как мотор перегруженный будет уменьшать число своих оборотов, а мотор недогруженный — будет свои обороты увеличивать. Это явление будет благоприятным, так как мотор последующей клетки, уменьшив свои обороты, приблизится к необходимому числу их, при которых клетка будет получать столько металла, сколько выдает предыдущая клетка, а в то же время предыдущая клетка повысит число своих оборотов и тем самым увеличит количество выдаваемого из нее металла. Таким образом, получающееся натяжение между клетками влияет на нагрузку моторов соседних клеток и этим самым регулирует число оборотов их моторов. Если таких клеток несколько и у каждой из них имеется свой собственный мотор, то рассуждения эти надо повторить относительно всех остальных клеток. Такое регулирование может происходить, конечно, в довольно узких границах способности моторов к саморегулированию, но оно ослабляет влияние на стан различных причин, отражающихся хотя и не так значительно на величине вытяжек, наприм., колебание температуры металла, неравномерный нагрев, истирание калибров, игра валков и проч.

Но помимо этого, регулирование в широких границах может быть осуществлено помощью специальной регулирующей аппаратуры, которой снабжены моторы. Регулирование при этом происходит установкой моторов на то или иное нужное число оборотов, в зависимости от величины вытяжек. Раз имеется возможность устанавливать моторы на разное число оборотов

до 100% и выше, то этим самым представляется возможность в таком непрерывном стане производить прокатку с разными вытяжками, и даже разным числом пропусков, минуя 1—2 клетки, что особенно важно, когда стан имеет широкий сортамент. Регулируемые моторы, благодаря возможности широкого изменения числа оборотов, могут гораздо легче приспособиться к работе стана, нежели жесткая передача помощью шестеренных колес, при которой изменение числа оборотов в клетях совершенно невозможно при работе стана. Оно возможно было бы при такой передаче только тогда, когда мы переставили бы передаточные шестерни, заменив их другими. Но это потребовало бы длительной остановки стана и привело бы к тому, что мы получили бы другое, но опять-таки при работе стана неизменное число оборотов, пригодное для данной калибровки, а быстрый переход на другую калибровку был бы невозможен.

В настоящее время на многих зарубежных заводах уже установлены и устанавливаются непрерывные станы с отдельными моторами у каждой клетки причем эта установка является, конечно, более сложной и дорогой, но лучше удовлетворяющей потребностям работы непрерывного стана.

Чаще отдельные моторы ставятся не для одной, а для 2-х, иногда для 3-х клеток. Это является, так сказать, переходным этапом от непрерывных станов с одним мотором к непрерывным станам с отдельными моторами для каждой клетки.

## Глава V

### ДАННЫЕ О НЕКОТОРЫХ НЕПРЕРЫВНЫХ И ПОЛУ- НЕПРЕРЫВНЫХ СТАНАХ

Теперь мы перейдем к рассмотрению тех непрерывных и полунепрерывных станов, которые установлены и работают за границей и о работе которых мы имеем сведения.

Мы опишем только станы непрерывные заготовочные, среднесортные, мелкосортные и проволочные и не будем касаться станов кровельных, непрерывных блюмингов и других, которые представляют более редкие случаи и являются самостоятельной темой. Для полной характеристики работы станов приведено описание не только расположения и работы клеток, но и расположения и работы печей, холодильников и других вспомогательных устройств.

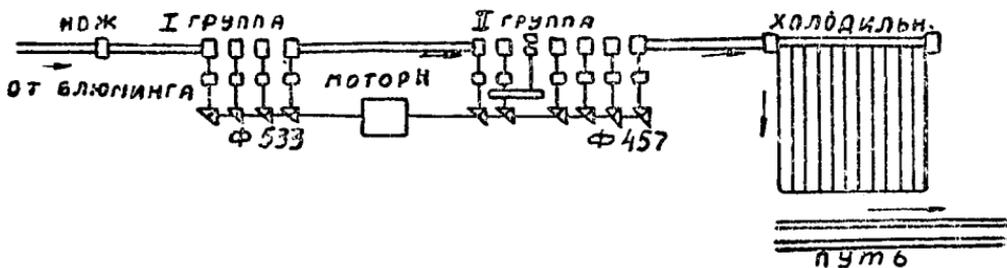
#### А. НЕПРЕРЫВНО-ЗАГОТОВОЧНЫЕ СТАНЫ

На фиг. 30 представлен непрерывно-заготовочный стан для прокатки заготовок и сутунок, установленный по американскому образцу. Перед непрерывно-заготовочным станом имеется

блуминг, на котором слиток сечением 533 мм  $\square$  в 13 пропусков обжимается до сечения 190 мм  $\square$  или в 15 пропусков до 165 мм  $\square$ . После блюминга расположен нож, на котором блюм может быть разрезан на нужные длины, поступающие затем в I группу непрерывного стана с диаметром валков 533 мм.

Число клеток в этой группе — 4, причем в этих клетях имеется по 3 калибра в каждой паре валков.

Это сделано из следующих соображений. Как выше уже было подробно выяснено, в подобного типа непрерывных станах с общим мотором для нескольких клеток, т. е. с отсутствием регулирования каждой отдельной клетки, величины вытяжек в каждой клетке должны быть строго согласованы с числом оборотов валков, а так как числа оборотов в каждой клетке неизменны, то и вытяжки также строго определены. Раз это так, то если в такой стан мы будем задавать одно и то же начальное сечение блюма, то и получать квадратную заготовку мы



Фиг. 30. Непрерывно-заготовочный стан с одним мотором

будем также неизменного конечного сечения. В случае же, если мы хотим получить другое конечное сечение, мы должны изменить и начальное сечение, т. е. задавать другие блюмы, прокатка которых будет производиться с теми же вытяжками. Но, вследствие другого начального сечения в каждой клетке мы также будем получать другие, а не прежние сечения и поэтому нужно изменить размеры калибров (в случае прокатки в гладких валках, нужно изменить расстояние между валками). Таким образом, мы приходим к тому, что для каждого блюма иного сечения мы должны иметь в калиброванных валках другие калибры, т. е. в непрерывном стане для каждого блюма должен быть свой ряд калибров.

Кроме того, если мы даже из одного и того же блюма катаем разные заготовки, например, квадратную и плоскую (на штрипсы, сутунки), то опять - таки потребуется отдельный ряд калибров для квадратной и отдельный ряд для плоской заготовки. Следовательно, число рядов калибров зависит не только от числа разных блюмов, идущих в непрерывный стан, но и от числа заготовок, получаемых в этом стане.

В первой группе непрерывного стана с диаметром валков в 533 мм на фиг. 30 — имеется, как указано выше, 3 ряда калибров. Начальные и конечные сечения для них таковы:

	Начальное сечение (блума)	Конечное сечение (заготовки)
I ряд калибров . . . . .	180 мм <input type="checkbox"/>	114 мм <input type="checkbox"/>
II " " . . . . .	165 мм <input type="checkbox"/>	101 мм <input type="checkbox"/>
III " " . . . . .	165 мм <input type="checkbox"/>	203×51 мм (для сутунки)

После первой группы на расстоянии, достаточном для полного вмещения штуки, вышедшей из этой группы, установлена 2-я непрерывная группа, состоящая из 6 пар горизонтальных и 1 пары вертикальных валков. Назначение вертикальных валков при прокатке полос уже указывалось выше. При прокатке квадратной заготовки вертикальные валки бездействуют. Таким образом, без больших изменений и неудобств в одном и том же непрерывно-заготовочном стане можно прокатывать как квадратные, так и плоские заготовки, что представляет особенно большие удобства тогда, когда стан полностью не может быть загружен прокаткой только одних заготовок либо квадратных, либо плоских и приходится катать те и другие. Понятно, что в том случае, когда стан может быть загружен полностью прокаткой только квадратных заготовок (в случае большого числа сортовых станов) необходимость в клетях с вертикальными валками (эджерах) вовсе отпадает и их можно не устанавливать. Такого типа стан описан ниже.

Обе группы имеют общий мотор, передача от которого к валкам производится помощью конических шестерен.

Диаметр валков 2-й группы непрерывного стана равен 457 мм. Прокатка может происходить либо во всех клетях, либо только в нескольких первых или последних, смотря по тому, какое конечное сечение требуется получить. Если конечное сечение крупное, и его можно получить только в первых клетях, то заготовка не подвергается прокатке в остальных клетях, а отводится в сторону, либо пропускается через оставшиеся клетки свободно через специальные вырезы в валках.

Таким путем во 2-й группе можно получить заготовки следующих конечных сечений:

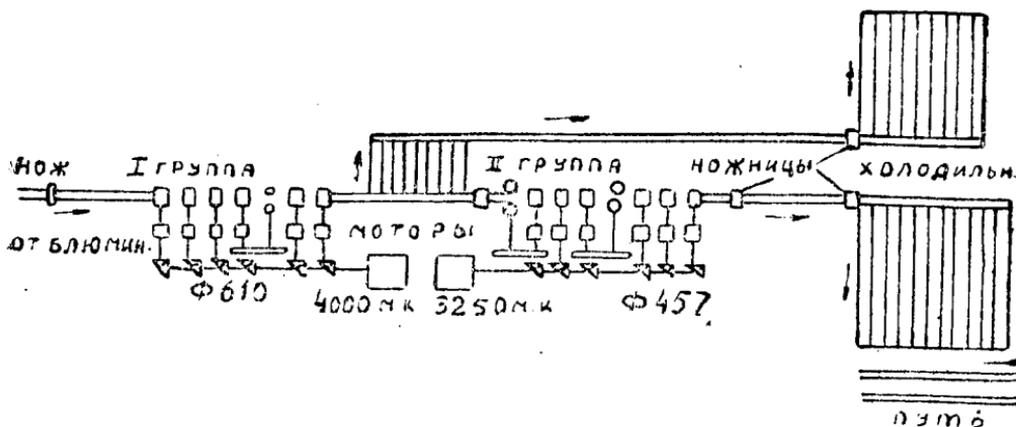
Из заготовки 114 мм  в 2-х клет. заготов. 89 или 76 мм .

Из загот. 101 мм <input type="checkbox"/>	$\left\{ \begin{array}{l} \text{в 3-х клет. заготов. 63 мм } \square \\ \text{„ 5-и „ „ 51 мм } \square \\ \text{„ 6-и „ „ 45 мм } \square \\ \text{„ 6-и „ „ 38 мм } \square \end{array} \right.$
---	--

Из плоск. заготовки  $203 \times 51$  мм прокатывается в 6 клетях сутунка.

После выхода из 2 группы штука разрезается на ножницах и попадает на холодильник, откуда краном отгружается в вагоны для переброски к сортовым и проволочным станам.

На фиг. 31 представлен несколько измененного вида непрерывно-заготовочный стан для прокатки заготовок и сутунок, состоящий также из 2-х групп непрерывно расположенных клетей. В 1-й группе имеется 6 пар горизонтальных и 1 пара вертикальных валков. Идущий из блюминга блюм разрезается на нужные длины на ноже и затем поступает в 1-ю группу клетей, диаметр валков которой равен 610 мм. Здесь блюмы



Фиг. 31. Непрерывно-заготовочный стан с 2-я моторами.

$203$  мм  $\square$  прокатываются в заготовки  $101$  мм  $\square$  или сутунки  $203 \times 50$  мм. Из 1-й группы заготовки могут быть помощью шлепперов и рольгангов поданы к ножницам и после резки уложены на особый холодильник. Заготовки такого размера могут пойти на среднесортные и мелкосортные станы.

Полосовая заготовка поступает во 2-ю группу, квадрат  $101$  мм также может поступить во 2-ю группу, имеющую 6 пар горизонтальных и 2 пары вертикальных валков, диаметром  $457$  мм.

В этой группе  $\square$   $101$  мм обжимается на  $\square$   $38$  мм, а полосовые заготовки в сутуночные полосы  $9,3$  мм толщиной и различной ширины.

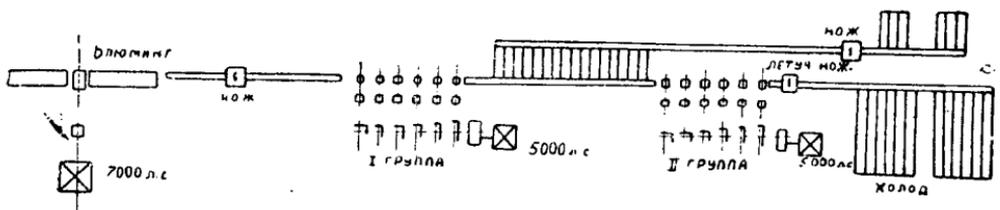
По выходе из 2-й группы штуки разрезаются на ножницах и поступают на холодильник, откуда квадратные заготовки отгружаются на мелкосортные и проволочные станы, а сутуночные на кровельные.

При этом, как и в предыдущем стане, помимо основных размеров заготовок, также можно получить целый ряд других размеров. Для этого можно пользоваться, как указано было выше, разными сечениями блюма или производить прокатку не во всех клетях, а пропуская первые или последние.

Из всего сказанного видно, что, несмотря на отсутствие возможности менять вытяжки в клетях, все же указанными приемами удастся получить на непрерывном стане довольно значительное число разных размеров заготовок, что очень важно для лучшего сочетания работы заготовочных и сортовых станов.

Что касается формы применяемых калибров, то в 1-й группе непрерывно-заготовочного стана обычно применяются плоские ручьи, во 2-й ромбические и система квадрат-овал.

На приведенных заготовочных станах, благодаря наличию эджеров, возможна прокатка плоских заготовок. Если непрерыв-



Фиг. 32. Блюминг и непрерывно-заготовочный стан на советских заводах

но-заготовочный стан катает только квадратные заготовки для сортовых и проволочных станов, то необходимости в эджерах совершенно нет и их не ставят. Подобный тип непрерывно-заготовочного стана без эджеров принят на наших советских новостройках и представлен на фиг. 32.

Нагретые в нагревательных колодцах слитки поступают для прокатки в блюминге<sup>1)</sup>. Вес слитков 7 и 4,5 т, сечение  $762 \times 635$  мм и  $533 \times 610$  мм. В блюминге слитки прокатываются до сечения  $200 \times 200$  мм после чего прокатанная полоса подается к ножу. Полученные блюмы могут быть конвейером поданы в соседний пролет для отправки на сторону, но преимущественно они идут для прокатки в непрерывно-заготовочном стане, состоящем из 2-х групп.

Первая непрерывно-заготовочная группа состоит из 6-ти клетей дуо с диаметром валков 610 мм. Передача вращения от мотора в 5100 л.с. производится через коническую зубчатую передачу и шестеренные клети у каждой клетки. В этой группе блюмы сечением  $200 \times 200$  мм прокатываются в заготовки минимального сечения  $100 \times 100$  мм. Средний коэффициент равен

<sup>1)</sup> Подробно о блюмингах см. книгу автора „Блюминги“.

1,26. Число оборотов в первой клетке равно 7,5, в последней 27 в минуту. Раскатанная заготовка либо передается шлепперами на отводящий рольганг, транспортирующий ее к ножу, где она режется на требуемые длины и поступает на склад, либо подается во 2-ю группу. Заготовки из первой заготовочной группы поступают на мелкосортные и среднесортные станы, а заготовки непосредственно из блюминга (блюмы) — только на среднесортные станы.

Вторая непрерывно-заготовочная группа имеет 6 клеток с диаметром валков 457 мм. Осуществление передачи от мотора той же мощности таково же, как и в 1-й группе. Перед входом в первую клетку 2-й группы заготовка обрезается с переднего конца на ножницах, приводимых в движение от вала первой клетки. Во второй группе происходит прокатка сечения  $100 \times 100$  мм на заготовку, минимального сечения  $40 \times 40$  мм. Средний коэффициент вытяжки 1,36. Число оборотов валков в 1-й клетке 29, в последней 125 в минуту.

За последней клеткой установлены летучие (вращающиеся) ножницы, разрезающие прокатанную штуку на нужные длины. Нарезанные заготовки подаются по рольгангу на стеллажи, откуда сбрасываются в пакетировочные карманы и забираются краном на склад.

Для автоматического кантования во время прокатки в обеих группах имеются винтовые проводки. Диаметры валков в группе несколько увеличиваются от первой пары к последней на 25—50 мм, что позволяет дать несколько меньшее число оборотов валков в последней клетке.

Заготовки из непрерывно-заготовочного стана поступают в сортопрокатные и проволочные станы, которые, как указывалось уже выше, имеют преимущественно полунепрерывное расположение. Прокатка производится непрерывно в обжимной группе клеток и периодически в черновой и чистовой линиях. Таким образом, можно считать, что обжимная группа сортовых и проволочных станов является как бы продолжением непрерывно-заготовочных станов.

Работа и устройство обжимных групп сортовых и проволочных станов совершенно аналогичны с описанными выше работой и устройством групп непрерывно-заготовочных станов.

Так как в обжимных непрерывных группах сортовых и особенно проволочных станов приходится катать меньшие размеры, чем в группах непрерывно-заготовочных станов, то здесь чаще всего применяется система квадрат-овальных калибров, также как и на наших станах; употребляются, но реже и ромбические калибры.

Кантование, необходимое после каждого пропуска в этих системах калибров, производится, как указывалось уже выше, от клетки к клетке при помощи специальной формы проводок — желобов.

## Б. СРЕДНЕСОРТНЫЕ СТАНЫ

Теперь перейдем к рассмотрению полунепрерывных станов<sup>1)</sup>

Стан 500 мм № 1 Гери (фиг. 33)<sup>2)</sup>

Установка эта имела две методических печи с толкателями, для блумов длиной до 4,5 м, отапливаемые газом от коксовальних печей; выдача нагретых блумов с торцевого конца.

Горячих ножниц между печами и станом не было. Как увидим ниже, на мелкосортных и проволочных станах длинная заготовка по выходе нагретой из печи предварительно до поступления в 1-ю клеть стана разрезается на части, соответственно длине и весу готового изделия).

Стан состоит из 8 клетей дуо (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9) и одной клетки трио (5), в которой прокатка производилась лишь по одному пропуску. Таким образом прокатка происходила максимум в 9 пропусков. Первые пять клетей расположены непрерывно.

Прокатка производилась на трех различных уровнях:

на уровне пола (0), для клетей 1—2—3—4—5
” ” ” + 500— для клетей 6—7
” ” ” + 1000— ” ” 8—9

Между клетями 5—6 и 7—8 имелись шлеппера с бесконечными канатами.

Стан приводился в движение одним общим мотором трехфазного тока 6600 вольт, 25 периодов, мощностью 4000 л. с., с постоянным числом оборотов 147 об/мин.

Холодильник горизонтальный, двойной, рельсовый, 54 м длиной. Шлеппер у подводящего рольганга с линейками, а у отводящих рольгангов—2 шлеппера с пальцами.

На пути выхода прокатанной полосы расположены два роликовых правильных станка для углового железа и двое холодных ножниц с упорами.

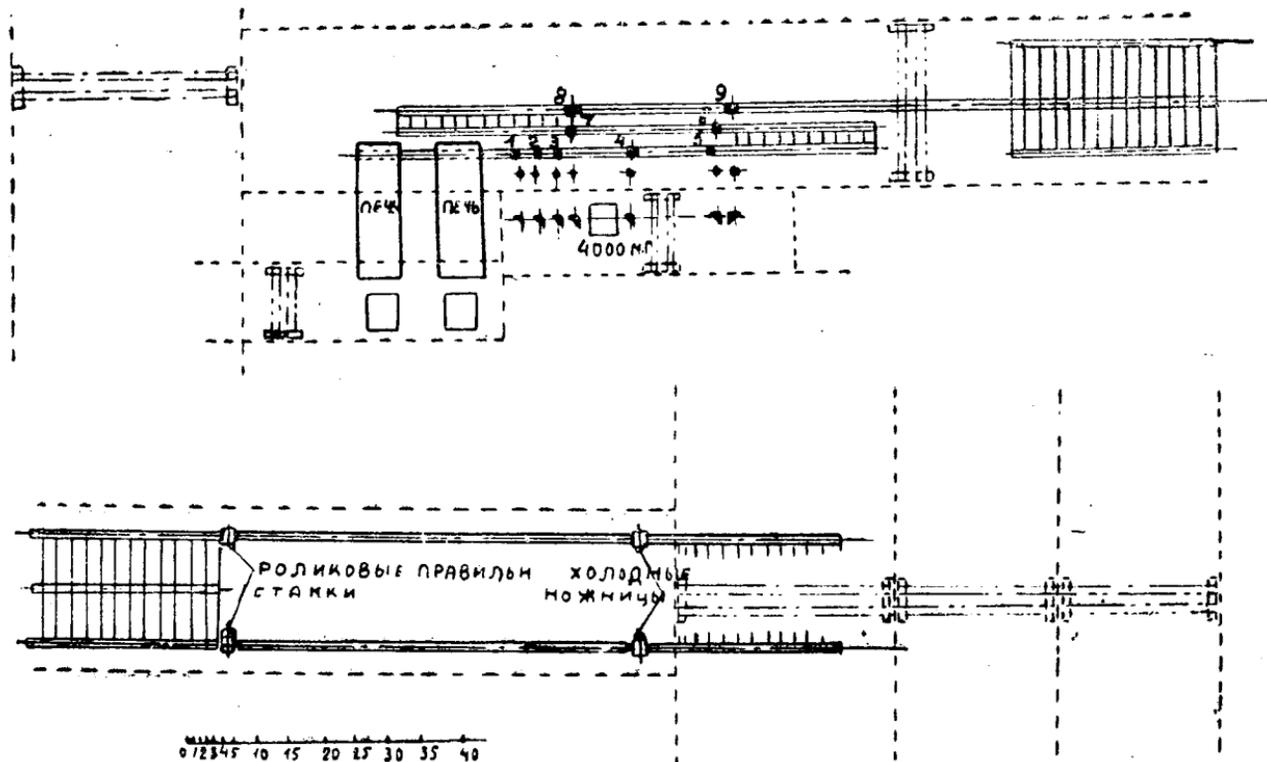
Для этого стана применялись блумы сечением от 98×98 мм до 207×267 мм, длиной 4,5 м. Наибольший вес прокатываемого блума 1930 кг соответствовал размерам 207×267×4500 мм.

Стан прокатывал круглое железо диаметром от 51 до 152 мм, соответствующие размеры квадратного железа, полосовое от 102 до 178 мм, шириной и толщиной от 6,3 до 51 мм, рельсовые подкладки и угловое железо от 77 до 102 мм. Тавровые и швеллерные балки на этом стане не прокатывались.

При прокатке углового железа уже на 3-й клетки прикатывался черновой профиль; из этого следует, что было бы правильно добавить для этого стана еще одну клеть.

<sup>1)</sup> Приводимое ниже описание полунепрерывных и непрерывных станов заимствовано из периодической иностранной литературы и книги Ришарма „Прокатные станы“.

<sup>2)</sup> В виду большой длины плана, он сделан в 2-х частях.



Фиг. 33. Стан 5.0 мм. № 1 завода Гери (Америка)

Месячная производительность стана достигала 20000 т при работе в две 10- часовые смены. За 10 часов стан прокатывал до 550 т.

Средняя месячная производительность стана 16500 т, при работе в две 10- часовые смены.

### Стан 525 мм № 2 завода Саус Чикаго (фиг. 34)

Горячие бумы двумя 5-тонными загрузочными мостовыми кранами забирались у ножниц блуминга, загружались в две нагревательные печи и, после подогрева в них, выгружались оттуда для дальнейшей прокатки.

Обе печи, типа Сименса с 5 окнами, имели размеры пода 4,2 м × 10,2 м и отапливались генераторным газом; подогреву подвергались обычно все бумы.

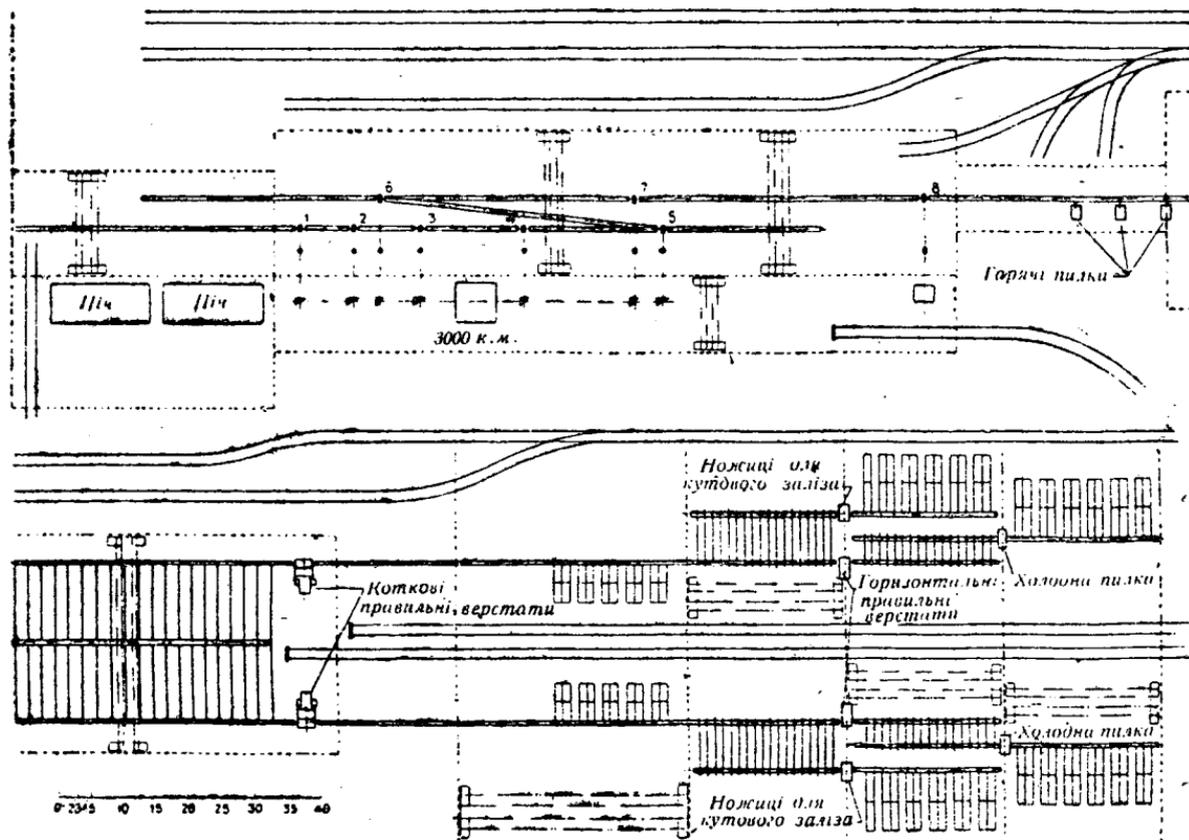
Мотор мощностью 3000 л. с., делающий 91 об/мин, приводил в движение посредством конических шестерен первые 7 клетей стана; другой мотор мощностью 1000 л. с., делающий 130 об/мин, был соединен непосредственно с 8-й чистой клетью стана.

Оба мотора трехфазного тока, 2200 вольт, 25 периодов.

Стан состоял из 8 клетей, из которых 2 трио и 6 дуо, число пропусков — 10. Такой тип стана носит название зигзагообразного, или „Кросс-Контри“. Диаметр и длина валков, число оборотов и число пропусков показаны на таблице.

Наименование	Число пропусков	Диаметр шестерен	Диаметр валка	Длина валка	Число оборотов в минуту
1-я клеть дуо . . .	1	600 мм	625 мм	1100 мм	27
2-я „ „ . . .	1	600 „	625 „	1100 „	35
3-я „ „ . . .	1	600 „	625 „	1100 „	50
4-я „ „ . . .	1	600 „	625 „	1100 „	65
5-я „ трио . . .	2	600 „	625 „	1200 „	80
6-я „ „ . . .	2	525 „	575 „	1200 „	100
7-я „ дуо . . .	1	525 „	575 „	900 „	120
8-я „ „ . . .	1	525 „	575 „	900 „	130

Клетки 1—2—3—4 были расположены в одной группе и соединены между собой рольгангами на одном уровне (А); роль-



Фиг. 34. Стан 525 мм № 2 завода Саус Чикаго

ганги подводят прокатываемую штуку к верхним ручьям 5-й клетки трио.

Горизонтальный скошенный (наклонный) рольганг (уровень В) соединял нижние ручьи 5-й клетки трио с верхними ручьями 6-й клетки трио. Горизонтальные рольганги (уровень С) соединяли нижние ручьи 6-й клетки с 7-й и 8-й клетями. Итак, рольганги стана находились в трех различных уровнях А, В и С.

Кроме того, здесь следует отметить, что в этом крупно-среднесортном полунепрерывном стане прокатка производилась одновременно только в одной клетке, что применяется при слитках большой толщины.

На пути выхода прокатываемой штуки находились три горячих пилы, из которых третья находилась на расстоянии 40,5 м от 8-й чистой клетки. Таким образом, максимальная длина прокатываемой полосы могла быть 39 м.

Холодильник, двойной, имел длину 38,4 м.

Кроме того, имелись два роликовых правильных станка, две ножницы для углового железа, два горизонтальных последовательных правильных станка и две холодных пилы.

Американская практика при прокатке профильного железа установила следующий порядок разрезки прокатных полос. Разрезка сначала производится при помощи двух пил, причем горячие полосы разрезаются на длинные части; затем они поступают на холодильник и правятся, после чего в холодном состоянии они разрезаются на короткие полосы на ножницах или на холодных пилах.

Описываемый стан прокатывал блумы сечением до  $204 \times 204$  мм, 3,6 м. длины, весом 1160 кг.

Стан прокатывал следующий сортамент:  
тавровые балки от 102 до 204 мм,  
швеллера от 102 до 204 мм,  
угловое железо от 76 до 127 мм,  
двутавровые балки от 102 до 127 мм,  
круглое железо диаметром от 77 до 102 мм, рельсовые подкладки и накладки.

Рекордная производительность для этого стана составляла:

углового железа 127 мм — 112 т в час;

в одну 10-часовую смену — 639 т

в две 10-часовые смены — 1160 т

в один месяц — 20800 т.

Стан прокатывал до 180000 т профильного железа в год.

Выход годного из блума составляет 87%.

Стан обслуживался следующими мостовыми кранами:

а) печной пролет имел два 5-тонных загрузочных крана;

б) главный пролет имел два 50-тонных крана со вспомогательной тележкой в 15 тонн;

в) пролет, где помещался двигатель — 1 кран грузоподъемностью в 50 тонн;

г) пролет, где находился холодильник — 1 кран в 15 тонн;  
д) четыре пролета для правки и склада обслуживались 6 разными мостовыми кранами.

Итого — 12 мостовых кранов.

Сравним описанный стан 525 мм со станом 500 мм завода № 1 Гэри.

Две методических печи Гэри загружались холодными блунами 4,5 м длины; две печи Сименса стана 525 мм Саус Чикаго получали горячие блуны длиной 3,6 м.

Достигнутые цифры месячной производительности почти одинаковы для обоих станов: 20000 т и 20800 т.

Стан Гэри имел 9 клетей, из которых 3 для непрерывной прокатки, что не давало стану большой гибкости, тогда как стан Саус Чикаго имел 10 клетей, расположенных на таком расстоянии одна от другой, что прокатываемая полоса никогда не бывала захвачена валками двух клетей сразу (последовательная прокатка).

У стана Гэри можно иметь лишь 5 профильных ручьев, которых часто бывает недостаточно; у стана же Саус Чикаго бывает до 10 профильных пропусков, как например, для широкофланцевых двутавровых балок  $127 \times 127$  мм.

В результате описываемый стан мог прокатывать всевозможные профили, тогда как завод Гэри выпускал лишь угловое железо.

У стана Гэри для перехода прокатываемой полосы с одной продольной линии на другую служат два шлеппера, а у описываемого стана — косою рольганг. Последнее обстоятельство имеет то неудобство, что прокатываемая полоса поступает в 5-ю и 6-ю клетки под углом.

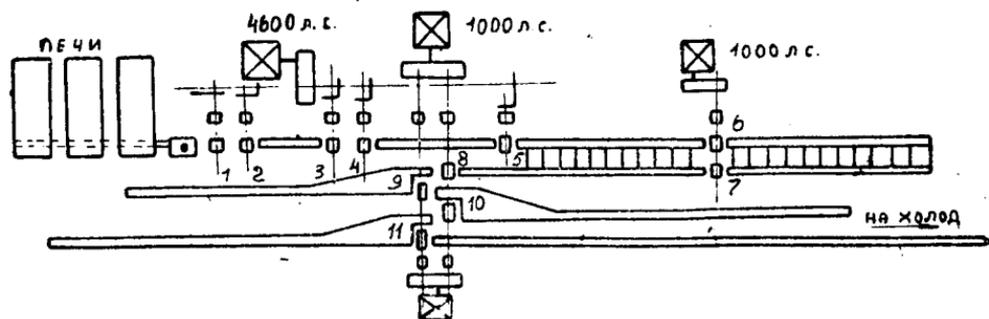
Отделка прокатанной полосы у стана Гэри производится только для угольников, достаточно хорошо выправляемых роликовым правильным станком и затем разрезаемых на холодных ножницах.

На описываемом стане производилась отделка всех прокатываемых профилей, а не только углового железа, которое на описываемом стане проходит лишь роликовый правильный станок и затем разрезается на двух ножницах для угольников. Другие профили, пройдя роликовый правильный станок, который дает удовлетворительную правку в вертикальном направлении, но не совсем достаточную в горизонтальном, поступают для дальнейшей правки в горизонтальном направлении в другие правильные станки. Правильные станки для правки в вертикальном направлении неудобны вследствие невозможности пользоваться при них приводными рольгангами спереди и сзади станка. После правки на последовательных горизонтальных правильных станках профили идут к двум холодным пилам для разрезки на мерные длины. Пилы разрезают все профили.

Остановимся теперь на описании среднесортного стана полунепрерывного типа, принятого нашими проектными организа-

циями, как стандартный тип. Стан имеет диаметр 350 мм (по диаметру чистовых клетей). Заготовка сечением  $150 \times 150$  мм и  $100 \times 100$  мм поступает из 1-й непрерывной заготовочной группы. Стан катает: круглое железо от 25 до 50 мм  $\varnothing$ , квадратное от 25 до 50 мм  $\varnothing$ , плосовое 150 мм и ниже, угловое 100 мм и ниже, балки и швеллера №№ 5—10.

Первые 7 клетей стана, являющихся обжимными и черновыми, имеют диаметр 550 мм. Расположены они следующим образом: первые 4 сгруппированы по 2 клетки вместе; расстояние между остальными клетями таково, что прокатка происходит одновременно только в одной клетке, из-за необходимости ранней профилировки при прокатке некоторых профилей; 6-ая и 7-ая клетки расположены не последовательно, как предыдущие, а рядом в одну линию. Это сделано ради уменьшения общей длины пролета стана, и без того достигающей вместе с печами и скла-



Фиг. 35. Среднесортный полунепрерывный стан по стандарту Гипромеза

дом 350 м. Валки первых пяти клетей имеют общий мотор 4600 л. с., передача от которого осуществляется с помощью общего вала и шестеренных конических колес.

Чистовые 4 клетки с диаметром валков 450 мм расположены в так называемом шахматном порядке, при котором полоса в каждой клетке прокатывается только один раз. Из одной клетки в следующую полоса передается рольгангами, часть роликов которых расположена под некоторым углом к оси рольганга (косой рольганг). При вращении косых роликов полоса получает не только поступательное движение, но и перемещение в сторону, т. е. к следующей клетке. Для точного направления в калибры служат щиты.

Валки по две пары приводятся от двух одинаковых моторов в 1000 л. с.

Прокатка может происходить в 9 и в 11 пропусках, для чего с одной и с другой стороны линии с 6-ой и 7-ой клетями имеются передаточные шлеппера. Если прокатка производится в 9 пропусках (при наиболее крупном сортаменте стана), то линия с 6-ой и 7-ой клетями останавливается.

Поступающее из последней клетки по рольгангу готовое изделие попадает на холодильник длиной в 75 метров и площадью в 900 м<sup>2</sup>. Тип холодильника двухсторонний, что дает возможность работать на 2-х правильных машинах и 2-х ножницах.

Нарезанные изделия поступают в пакетировочные карманы, откуда забираются мостовым краном.

Подробнее об отделочной мастерской см. стан Саус Чикаго. Ширина пролета стана 25 метров.

Производительность стана 180000 тн. в год, т. е. ок. 170 т в смену, или 25 т. в час.

Описанные типы станов: кросс-контри и шахматный в настоящее время являются наиболее распространенными среднесортными полунепрерывными станами. Главное их преимущество — сравнительно небольшая длина стана, благодаря зигзагообразному и шахматному расположению чистовых клетей, и высокая производительность, благодаря непрерывному расположению обжимных клетей и возможности прокатки в стане одновременно нескольких полос. Кроме того, эти станы весьма удобны при широком сортаменте.

#### В. МЕЛКОСОРТНЫЕ СТАНЫ

Стан 250 мм № 6 завода Дюкенъ компании Карнеги (фиг. 36)

Склад заготовки 63×63 мм и 38×38 мм, длиной 9 м, имел пролет 24 м. В нем заготовка раскладывалась двумя рядами: склад обслуживался мостовым краном А. Заготовка укладывалась краном на два наклонных стола В, откуда один рабочий сталкивал ее на рольганг *ab*, доставлявший заготовку в печь С.

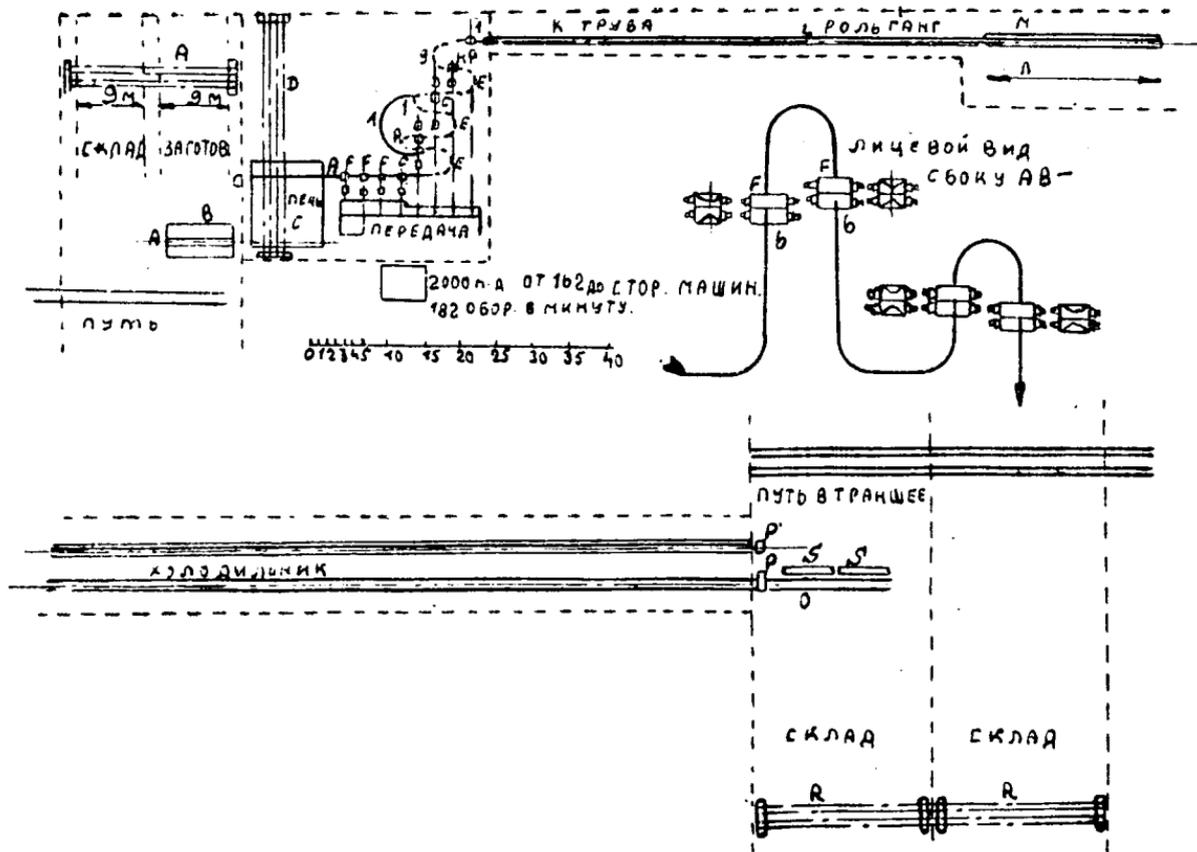
Нагревательная методическая печь с толкателями имела под 9,9 м шириной и 9,6 м длиной. Рольганг *ab* входил внутрь печи, где пять его роликов охлаждались водой.

Позади печи имелись 5 толкателей, соединенных с кривошипом, приводимым в движение мотором в 30 л. с., 230 вольт 600 об/мин. Стержни толкателей ходили между двумя коробками, охлаждаемыми водой; *c* — выталкиватель, действующий при помощи двух роликов трения, *d* — два подающих ролика у выхода нагретой заготовки из печи.

Эта печь нагревала заготовку в количестве, необходимом для производства 20964 м годного круглого железа в месяц, что является рекордом для работы подобной печи.

Ножницы у печи. У выхода из печи были помещены горячие ножницы для резки заготовки на 2 или на 3 части, если это необходимо.

Прокатный стан обслуживался одним мотором мощностью 1500 л. с. трехфазного тока 6300 вольт, 25 периодов, с числом оборотов от 162 до 182 в мин. Мотор при обычной работе перегружался на 35%, т. е. с 1500 на 2000 л. с.



Фиг. 36. Стан 250 мм № 6 завода Дюкель, компании Карнеджи (Америка)

Стан — 250 мм № 6 состоял из четырех обжимных клетей Е (см. фиг. 36) с соответствующими 4 шестеренными клетями для непрерывной прокатки и из следующего количества чистовых клетей для прокатки петлями:

FF — две клетки с двумя шестеренными клетями;

gg — " " " " " " " " " " " "

Н — клеть с одной шестеренной клетью;

I —

На фиг. 36 показан передний вид дуо — клетей FF и gg.

Как указано, каждая из 10 клетей прокатного стана имела свою отдельную шестеренную клеть, что позволяло давать валкам каждой клетки свою скорость.

Передача от мотора к 4 приводным валам для клетей периодической прокатки — канатная.

Клети 1—2—3—4 имели между осями шестерен 300 мм, а клети 5—6—7—8—9 и 10—250 мм.

Число оборотов в минуту валков каждой клетки при числе оборотов мотора 162 и 182 приведены в таблице (след. стр.).

После механической выдачи заготовки из печи при помощи подающих роликов *d* полоса, прокатываемая на стане, попадала на холодильник без всякого применения рабочих рук. Передача из клетки в клеть как квадрата *e* сзади, так и овала *f* спереди производилась автоматически.

Благодаря разным скоростям валков, в различных клетях получались петли очень небольшой длины, что является неизменным условием хорошо поставленной прокатки.

У выхода из отделочной клетки № 10 были помещены труба *k* 25 м длиной и рольганг *L* с коническими роликами и с канатной передачей длиной 45 м.

Ножницы и склад. Ножницы *P* могли резать до 20 шт. круглых прутков толщиной 25,4 мм сразу и имели рольганг *Q* с упором длиной 18 м; при них 2 кармана *S* и *S* на коромыслах десятичных весов; оба кармана могли работать совместно, что позволяло взвешивать прутки длиной до 18 м.

Кроме того, были установлены ножницы *P*, для брака.

Склад состоял из двух пролетов по 24 м, обслуживаемых двумя мостовыми кранами *R*, *R*. Изделия грузились на платформы вагонов, находящиеся на одном уровне с полом мастерской, так как железнодорожный путь находился в траншее.

Прокатка круглого железа на этом стане из квадратной заготовки 63 × 63, 51 × 51, 44 × 44, 38 × 33 мм происходила в пределах диаметров от 9,5 до 28,6 мм.

Круглое железо диаметром от 9,5 до 12,7 мм получалось в 10 пропусков.

Круглое железо диаметром от 12,7 до 19 мм — в 8 пропусков.

Круглое железо диаметром от 19 до 25,4 мм — в 8 пропусков, хотя достаточно и 6 пропусков.

№ клетки	Число оборотов валков	
	При числе оборотов мотора 162 в минуту	При числе оборотов мотора 182 в минуту
Клеть 1 . . . . .	53,7 об/мин.	60,5 об/мин.
„ 2 . . . . .	77,4 „	83,3 „
„ 3 . . . . .	111 „	124 „
„ 4 . . . . .	158 „	178 „
„ 5 . . . . .	224 „	252 „
„ 6 . . . . .	224 „	252 „
„ 7 . . . . .	290 „	326 „
„ 8 . . . . .	290 „	326 „
„ 9 . . . . .	345 „	388 „
„ 10 . . . . .	384 „	432 „

При 8 пропусках применяли между клетями 5 и 8 автоматическую проводку для овалов, очень крупную по размерам.

Заготовкой 38 × 38 мм пользовались очень редко.

Прокатывавшееся круглое железо имело длину 130 м и укладывалось на холодильнике длиной 135 м. Круглое железо при разных диаметрах имело следующий вес при длине 130 м.

Диаметр круглого железа . . . . .	19 мм	15 мм	13 мм	11 мм
Соответствующ. вес (130 м длин.)	283 кг	183 кг	137 кг	101 кг
Соответствующая заготовка . . . . .	63 × 63 мм	51 × 51 мм	44 × 44 мм	38 × 38 мм

Для других размеров круглого железа необходимо было заготовку при выходе из печи резать на горячих ножницах, с тем, чтобы готовое круглое железо не превысило длины 130 м.

Кроме аппаратов *e* для квадратов и автоматических очень крупных проводок *f* для овалов применялась автоматическая проводка *g* для овала спереди отделочной клетки.

Стан 275 мм компании Эпстон-Нёт (фиг. 37)

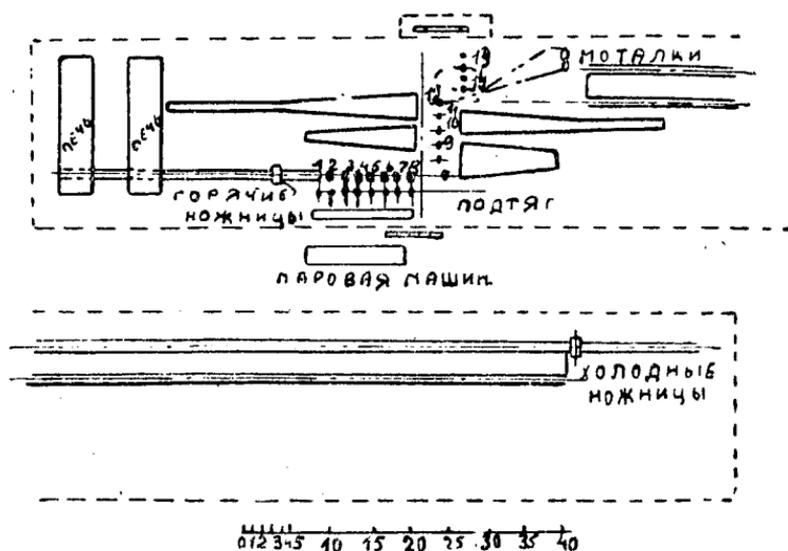
Стан состоял из следующих частей:

- 1) двух методических печей для блумов длиной до 3,3 м, отапливаемых пылевидным углем, с выдачей в торцевом конце,
- 2) ножниц для горячей резки,

- 3) обжимной непрерывной линии 350 мм из 8 клеток дуо с одной парой подводющих роликов,
- 4) 1-й чистовой линии 275 мм из четырех клеток трио,
- 5) 2-й чистовой линии 200 мм из двух клеток дуо,
- 6) одинарного холодильника 90 м длиной с выходным рольгангом против 12-й клетки, с ножницами для холодной разрезки и с упором,
- 7) двух моталок.

Стан прокатывал бумы  $102 \times 127$  мм и  $127 \times 149$  мм наибольшей длины 3,3 м.

Из бума  $102 \times 127$  мм прокатывалось круглое железо диаметром 9,5 мм в 14 пропусков.



Фиг. 37. Стан 275 мм компании Эпсон - Нёт (Америка)

Стан прокатывал круглое железо диаметром до 51 мм.

У клеток 9—10—11—12 прокатка шла вручную, в карманах. Круглое железо диаметром 12,7 до 9,5 мм прокатывалось петлями от 12-й клетки к 13-й и к 14-й.

На моталку можно навивать круглое железо диаметром от 9,5 до 19 мм, но железо диаметром от 9,5 до 12 мм изготавлиется на этом заводе редко: его предпочитают приобретать на стороне

Прокатываемое на этом стане круглое железо идет на заклепки и болты, а полосовое — на гайки, изготавливаемые на заводе.

Производительность стана в среднем была равна 491 м в сутки при работе в две 10-часовые смены.

Этот стан имел следующие недостатки:

- 1) наличие одной лишь паровой машины для всех 14 клетей;
- 2) 8 клетей обжимной непрерывной линии 350 мм не разделены на группы;
- 3) наличие лишь 4 чистовых клетей 275 мм, вследствие чего не было возможности прокатывать на этом стане фасонные профили, за исключением мелких угольников;
- 4) наличие двух клетей вспомогательной чистовой линии 200 мм, в которых приходилось петлей пересекать выходящую из последней клетки полосу.

#### Г. ПРОВОЛОЧНЫЕ СТАНЫ

##### Проволочный стан на заводе в Алабама-Сити

На этом стане системы Гаррета - Кромвеля (фиг. 38) прокатывались блумы  $102 \times 102$  мм, весом в 136 кг. Для нагрева блумов имелись 4 методические печи шириной 2,1 м, отапливаемые газом от 8 генераторов.

Проволочный стан состоял из обжимной непрерывной линии с 6-ю клетями диаметром 400 мм, черновой и чистовой линий с 6 ступенями скоростей, изменяющимися на чистовой линии через каждые 2 клетки. Чистовая линия с диаметром валков 275 мм имела 625 об/мин.

Обжимные клетки от 1-й до 6-й приводились в движение от паровой машины тандем-компаунд с диаметрами цилиндров  $850 \times 1350 \times 1500$  мм, делающей 65 об/мин.

Нужно отметить, как довольно редкое явление, применение паровых машин при современных прокатных станах.

Десять клетей от 7-й до 16-й приводились в движение от второй паровой машины тандем-компаунд с диаметрами цилиндров  $1200 \times 2100 \times 1500$  мм, делающей 80 об/мин.

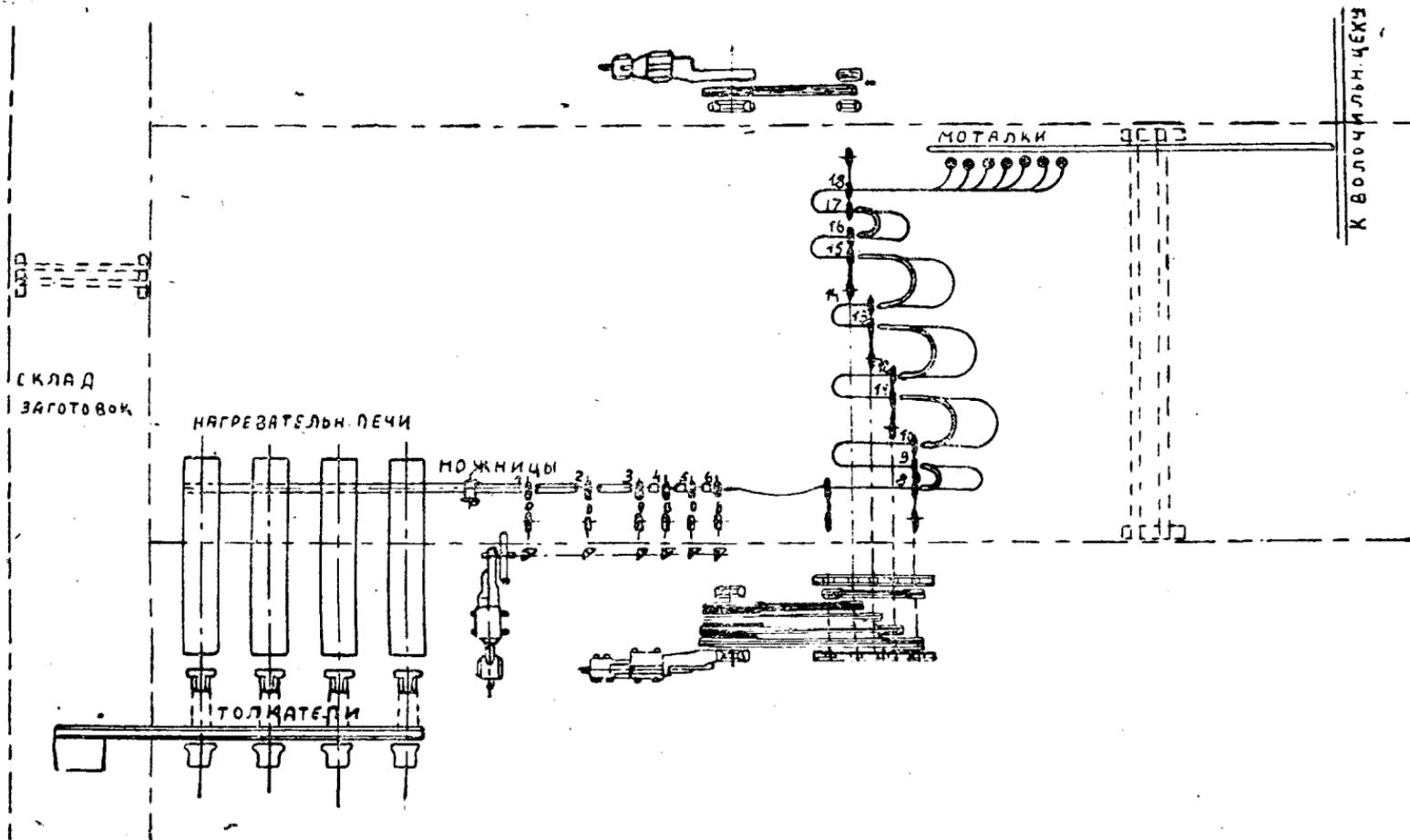
Две последние клетки, 17-я и 18-я, приводились в движение от третьей паровой машины тандем-компаунд  $675 \times 1150 \times 1050$  мм, делающей 100 об/мин.

Полоса при проходе через клетки 1-ю, 2-ю и 3-ю не захватывалась последующими валками, т. е. прокатка шла последовательно, а не одновременно. Между 6-й и 7-й клетями полоса выгибалась волной, а между 7-й и 8-й клетями натягивалась.

На последней 18-й клетке имелись 7 коробок и соответственно 7 моталок.

Проволока диаметром 5,25 мм прокатывалась из блума  $102 \times 102$  мм в 18 пропусков.

Карманы для петель были короткие; так, наприм., спереди 17-й и 18-й клетей длина карманов составляла всего лишь 24 м. Эта длина — весьма небольшая при прокатке проволоки диаметром 5,25 мм при весе блума 136 кг — и была допустима лишь благодаря изменению скоростей на каждой паре чистовых клетей. Уклон карманов составлял  $11^\circ$ .



- Фиг. 38. Проволочный стан завода Алабама-Сити (Америка)

В последней клетке одновременно прокатывалась проволока в 5—6 ниток, а иногда и в 7 ниток. Диаметр прокатываемой проволоки — от 5,25 до 9,5 мм.

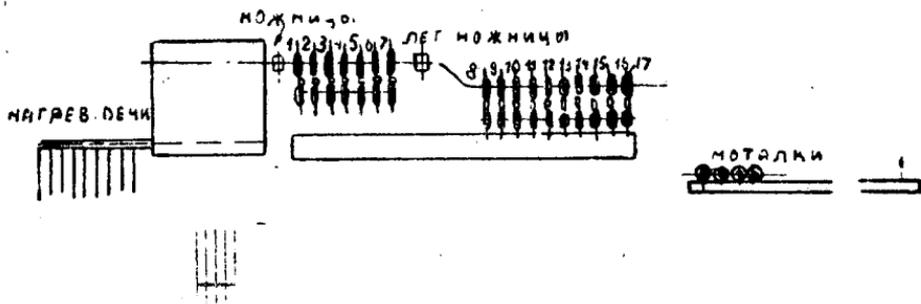
Производительность стана при прокатке проволоки диаметром 5,25 мм в 11- часовую смену составляла 341 м.

Месячная производительность в одну 11- часовую смену достигала 7400 м, что составляло среднюю производительность в смену  $7400:25 = 296$  м.

Средняя суточная производительность при прокатке проволоки диаметром от 5,25 до 9,5 мм в одну 11- часовую смену составляла 258 м. Годовая производительность при работе в одну смену составила  $258 \times 300 = 77400$  м.

### Проволочные станы Моргана на заводе в Угрэ и в Ля-Шиер (фиг. 39)

После успеха, достигнутого непрерывным проволочным станом Моргана на заводе в Сент-Дени, об-во Угрэ-Мариэ по-



Фиг. 39. Проволочный стан завода в Угрэ

строило стан Моргана сначала в Угрэ (Бельгия), а затем в Ля-Шиер (Лонгви, Франция).

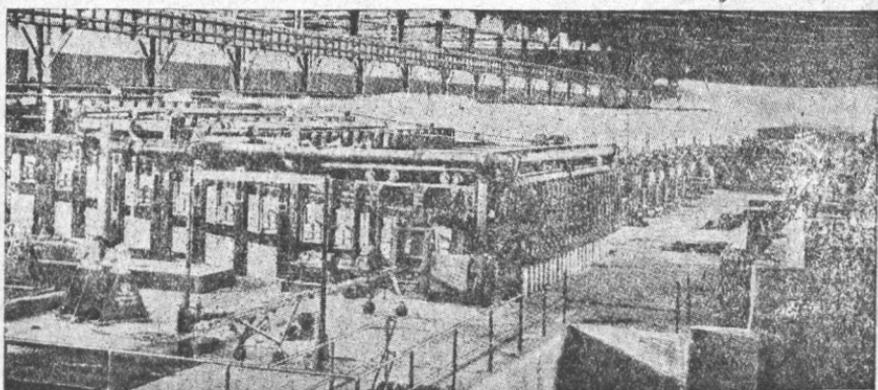
Обе установки — совершенно одинаковые и оборудование состояло из следующих частей:

- 1) одной нагревательной печи для заготовки длиной 9 м с двумя генераторами (фиг. 40);
- 2) ножниц для разрезки полос на части (фиг. 41);
- 3) черновой линии, состоящей из 7 клеток с диаметром валков 300 мм;
- 4) паровых летучих ножниц;
- 5) чистовой линии с 10 клетями с диаметром валков 250 мм;
- 6) четырех моталок с транспортной лентой.

На этих станах одновременно прокатывалась проволока в две нитки.

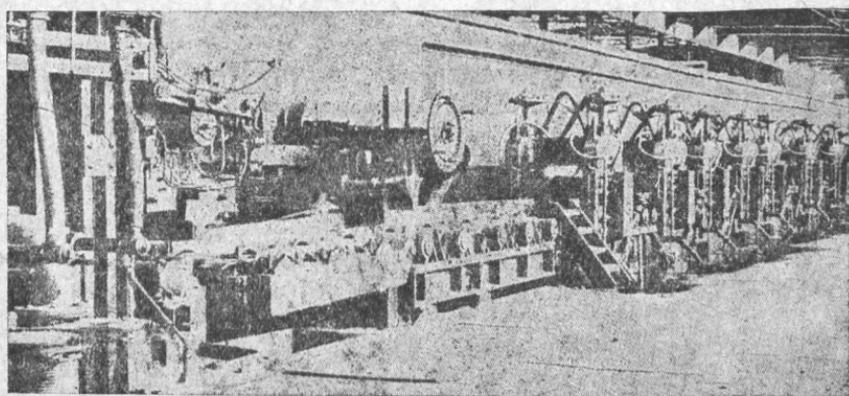
Проволока диаметром 5 мм из заготовки  $50 \times 50$  мм, длиной 9 м и весом 170 кг, прокатывалась в 17 пропусков.

Месячная производительность проволочного стана при прокатке проволоки от 5 до 10 мм в Угрэ при работе в три 8-часовые смены составляла 10600 т. На заводе в Ля-Шьер могла быть достигнута такая же производительность.



Фиг. 40. Проволочный стан Моргана с печью

соые смены составляла 10600 т. На заводе в Ля-Шьер могла быть достигнута такая же производительность.

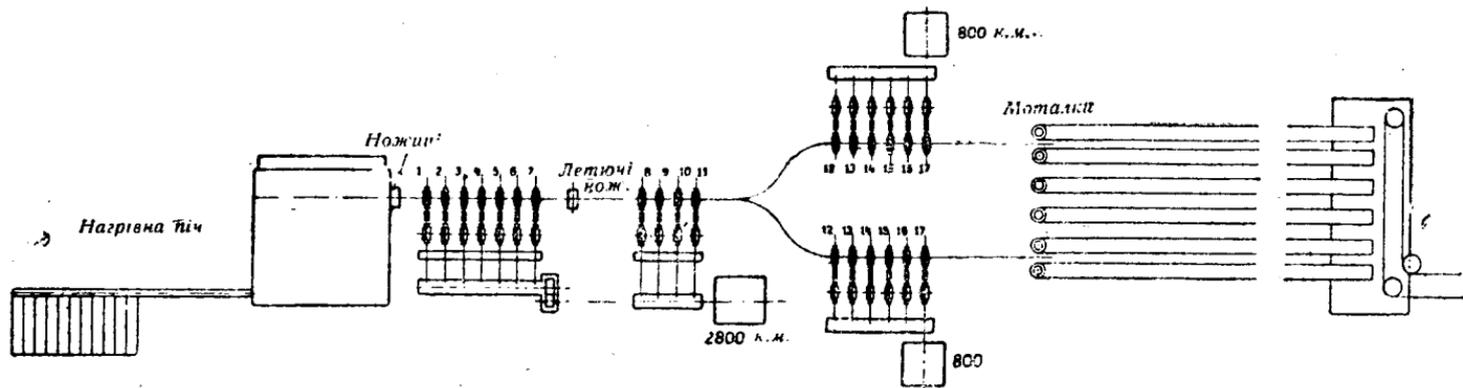


Фиг. 41. Общий вид непрерывного стана с ножницами

### Проволочный стан Моргана на заводе Уайтекер-Глесснер в Портсмуте

Установка включала в себе следующие части (фиг. 42):

- 1) одну нагревательную печь для заготовки длиной 9 м (фиг. 43);
- 2) одни ножницы у печи для разрезки полос на части;
- 3) обжимную линию, состоящую из 7 клетей с диаметром валков 300 мм;
- 4) паровые летучие ножницы;
- 5) черновую линию, состоящую из 4 клетей с диаметром валков 250 мм;



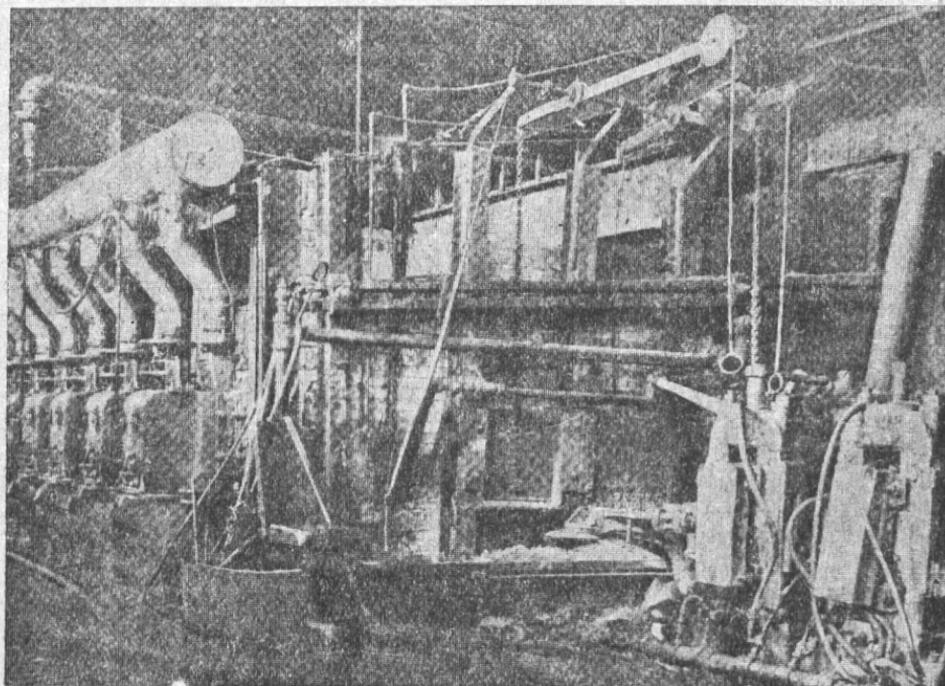
Фиг. 42. Непрерывный проволочный стан завода Уайтекер-Глесснер в Портсмуте

6) две отдельные чистовые линии, состоящие из 6 клеток с диаметром валков 250 мм;

7) шесть моталок и 6 конвейеров с муфелями во избежание окисления металла и для получения некоторого отжига.

Проволока диаметром 5 мм прокатывалась из заготовки  $44 \times 44$  мм, весом 135 кг, в 17 пропусков.

До 11-го пропуска включительно проволока прокатывалась в две нитки, но в каждой чистовой линии — в одну нитку.



Фиг. 43. Общий вид непрерывного стана с ножницами между печью и станом

Первые 11 клеток приводились в движение от мотора постоянного тока мощностью 2800/1400 л. с. с 400 — 200 об/мин. Каждая из 2 чистовых линий по 6 клеток приводилась в движение от мотора мощностью 800/355 л. с. с 706 — 320 об/мин

Этот стан мог дать месячную производительность в 10000 т.

Проволочный стан системы Моргана в Ферфильде, Алабама, Американского сталепроволочного об-ва (фиг. 44)

Установка эта состояла из следующих частей:

- 1) двух нагревательных печей<sup>1)</sup>;
- 2) обжимной линии, состоящей из 10 клеток диаметром 425 мм, расположенных в 3 группы, и черновой линии, состоящей из 4

<sup>1)</sup> На фигуре показана одна печь.

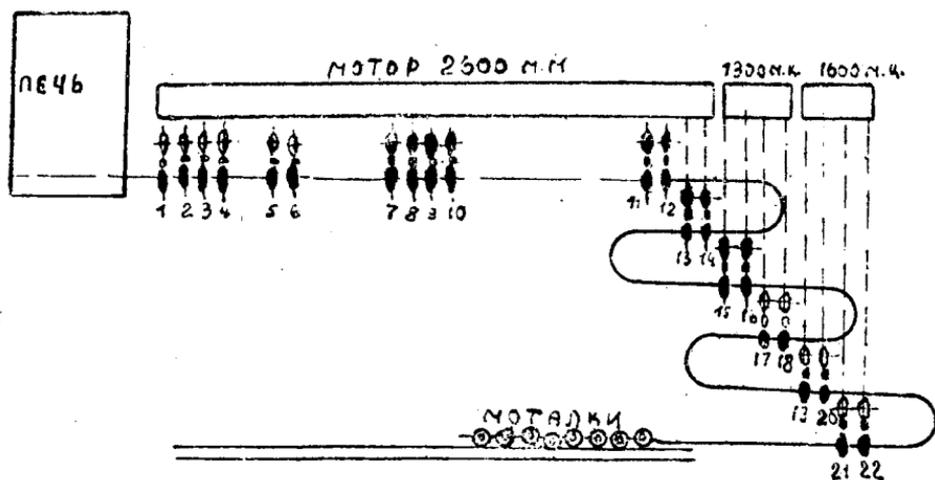
клетей с диаметром 350 мм, расположенных в 2 группы. Все 14 клеток приводились в движение от одного мотора мощностью 2600 л. с.;

3) первой чистовой линии, состоящей из 4 клеток в 2 группы с диаметром валков 300 мм и приводимой в движение от мотора мощностью 1300 л. с.;

4) второй чистовой линии, состоящей из 4 клеток в 2 группы с диаметром валков 300 мм и приводимой в движение от мотора мощностью 1600 л. с.;

5) восьми моталок и общего транспортера.

Проволока диаметром 5,25 мм прокатывалась из блума  $102 \times 102$  мм в 22 пропуски; в будущем имелось в виду вести прокатку в 20 пропусков.



Фиг. 44. Проволочный стан Моргана на заводе в Ферфильде

Этот стан очень гибок, так как петли между двумя парами клеток легко увеличивают свою длину, в особенности в трех последних линиях.

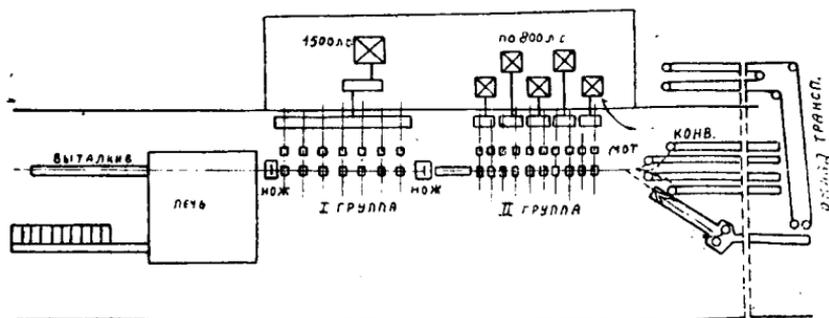
Максимальная производительность для 5,25 мм проволоки — 19 м в час — соответствует прокатке в  $19:5,5 = 3,5$  нитки на чистовой клети 275 мм при 600 об/мин.

Опишем теперь непрерывный проволочный стан, который принят Гипрометом на качестве стандартного типа (фиг. 45). Стан состоит из 17 клеток, разбитых на две группы. Диаметр стана 250 мм.

Первая группа имеет 7 клеток дуо с диаметром валков 300 мм. Из широкой печи, нагревающей заготовки длиной 9 метров, последние перед поступлением в первую клетку разрезаются на ходу, что позволяет задержать в печи для уменьшения охлаждения заднюю часть заготовки. Сечение заготовок от  $40 \times 40$  мм до  $60 \times 60$  мм. Валки первой группы приводятся от одного мо-

тора 1500 л. с. с помощью передачи. По выходе из последней клетки первой группы полоса разрезается на летучих ножницах и поступает во вторую группу.

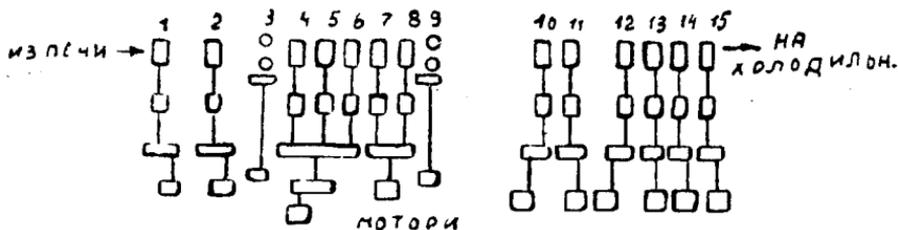
Вторая группа расположена на расстоянии 6 метров от первой для возможности образования петли. Группа имеет 10 клеток



Фиг. 45. Непрерывный проволочный стан по стандарту Гипромеза

дуо с диаметром валков 250 мм. Каждая пара валков с помощью передачи приводится от самостоятельного мотора 800 л. с.

Готовая проволока, прокатываемая в 2 нитки, сматывается в мотки, число которых 4. С моталок мотки поступают на конвейер, откуда для полного охлаждения они подвешиваются на



Фиг. 46. Размещение непрерывного стана с отдельными моторами

подвесной транспортер с крюками на расстоянии 1,2 м и отправляются на склад или для погрузки.

На стане предусмотрена прокатка и обручного железа, для чего установлен вибратор, 2 вертикальных мотовила и конвейер для мотков.

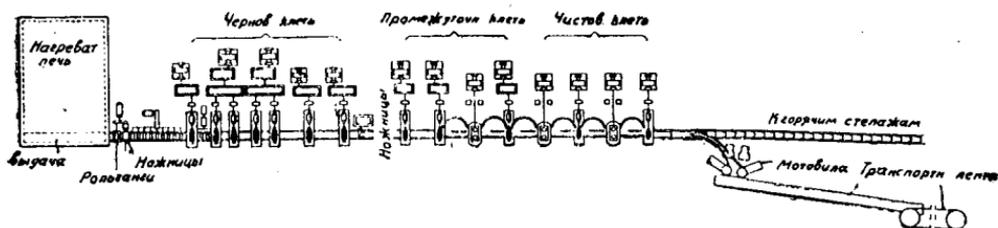
Производительность стана 120000 т в год.

В заключение этой главы остановимся на непрерывном стане завода в Гэри (Америка), часть клеток которого имеет самостоятельные (отдельные) моторы (фиг. 46). Этот стан приспособлен для прокатки листовой заготовки, вследствие чего применены вертикальные валки (эджеры). За исключением средней группы клеток, все остальные клетки приводятся от отдельных регулирую-

емых моторов. О преимуществах такой передачи уже указывалось выше. Стан этот недавно пущен и может дать до 300000 тонн в год листовой заготовки шириною до 650 мм. Мощность моторов от 150 до 3000 л. с. каждый.

В последнее время станы с отдельными моторами у каждой клетки считаются новинкой прокатной техники и они сильно распространяются в Америке, несмотря на удорожание установки вследствие большого числа моторов.

В новейшей литературе сейчас большое внимание начинает уделяться вопросам электротехнического обслуживания подобных прокатных станов, как - то: системе эл. моторов, их мощности, числу оборотов, передаточным частям стана, системе регулирования моторов и т. п. Нужно сказать, что эти вопросы в сумме своей представляют довольно большую сложность и не нашли еще окончательного своего разрешения.



Фиг. 47.

Укажем еще один пример непрерывного стана с отдельными моторами у каждой клетки. Стан Инляндской стальной компании, представленный на фиг. 47, прокатывает высококачественные сорта стали. Стан чисто непрерывного типа, причем только 2 и 3, а также 4 и 5 клетки сдвоены передачей от моторов, все остальные клетки имеют самостоятельные моторы. Общее число клеток — 15, из них 7 составляют обжимные или черновые клетки, после которых имеются летучие ножницы для разрезки полос на нужные длины перед поступлением в последующие клетки. Для возможности прокатки полосовых изделий имеются эджеры. Так как для качественных сталей натяжение металла между клетями может повести к дефектам (надрывы), то предусмотрена возможность образования боковых петель.

Таким образом, настройку стана можно держать не с натяжением, как обычно, дабы избежать риска образования петель, а по возможности без натяжения, даже с легкой петлей, не боясь образования последних, если они находятся в допустимых пределах. По выходе из последней клетки прокатанное изделие может поступить или на холодильник, или к моталкам для сматывания в мотки, транспортируемые к охлаждающей ленте, аналогично вышеописанному проволочному стану (фиг. 45). Общая длина пролета стана очень велика — 600 м, так как большое место занимает холодильник (135 м) и отделочные агрегаты.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ  
И ПОЛУНЕПРЕРЫВНЫХ СТАНОВ

В заключение мы остановимся на вопросе о возможностях применения непрерывных и полунепрерывных прокатных станков.

Следует прежде всего отметить, что стоимость непрерывного прокатного стана выше стоимости обыкновенного прокатного стана, так как число клетей в непрерывных станах равно числу пропусков, а в обычных станах, где допускается несколько пропусков в одной клетке, число клетей гораздо меньше. Значит, установка непрерывных станков потребует больший комплект клетей, большее число фундаментов для них, больше места, больше дополнительного оборудования и, следовательно, все это сводится к более дорогой стоимости такого стана.

Приблизительно можно сказать, что стоимость непрерывного стана будет в 2 раза выше стоимости обыкновенного стана. Что касается штата обслуживающих рабочих, то при непрерывном стане штат меньший, так как для передачи от одной клетки к другой служат специальные механические проводки, устраняющие необходимость рабочей силы.

Кроме того, такие станы, имеющие высокую производительность, имеют обычно хороший механизированный холодильник для прокатанной продукции, а также механизированную уборку ее и, следовательно, почти все операции проходят более или менее механизированным способом, а это сокращает в значительной степени необходимость в рабочем персонале.

Если у нас на плохо механизированном стане число рабочих в смену доходит до 50—60 человек, то на непрерывном стане число рабочих—15—20 чел. в смену, и, таким образом, стоимость рабочей силы на непрерывном стане, конечно, значительно ниже, чем на наших станах, а, следовательно, зарплата ложится на стоимость продукции меньшим процентом, чем в нашем производстве. Квалификация рабочих также отличается от нашей, так как основное количество рабочих занято на механизмах и гораздо меньше занято применением ручного труда, как наприм., вальцовщиков, крючечников, правильщиков и т. п. штата.

Что касается стоимости эксплуатации такого стана, то большое число передаточных частей в этом стане, т. е. передаточных зубчатых колес, шестерен, соединительных валков и муфт вызывает большой расход энергии на холостое вращение стана.

Такой непрерывный стан для своего вращения в холостую требует в 2—3 раза больше энергии, нежели наши станы, имеющие меньшее число клетей. Это и вполне понятно, так как, число клетей в непрерывном стане значительно выше, а, следовательно, возникает большее трение и требуется большая затрата энергии. Отсюда следует, что непрерывный стан следует применять только тогда, когда он может быть полностью за-

гружен. В этих случаях лишняя затрата энергии на вращение самого стана окупается повышенной производительностью и экономией на расходе энергии, происходящей от сохранения тепла металла, благодаря более интенсивной прокатке. Кроме того, при повышенной производительности снижаются так называемые постоянные расходы (не связанные с производительностью, напр.: содержание служащих, содержание зданий и помещений и т. п.), которые ложатся меньшей долей на единицу прокатанной продукции.

Поэтому, устройство непрерывных станов нужно допускать только в том случае, если можно быть гарантированным, что такой стан будет полностью загружен и тогда, когда есть возможность к этому непрерывному стану дать такое вспомогательное оборудование, которое позволит получить ту производительность, на которую стан рассчитывается. Напр., в качестве заготовочных станов можно допускать непрерывные станы тогда, когда есть возможность полностью их загрузить прокаткой заготовок из блюмов и когда имеется в заводе несколько сортовых станов, так как получать заготовку в непрерывно-заготовочном стане для одного сортового стана будет невыгодно, ибо количество этой заготовки не даст возможности полностью загрузить непрерывно-заготовочный стан. На наших заводах, обычно, имеется несколько сортовых и проволочных станов, число их доходит до 4—5. На такое количество станов можно ставить в непрерывно-заготовочный стан, так как он может быть полностью загружен.

Что касается применения непрерывного расположения для сортовых станов, то, как указывалось выше, оно употребляется, главным образом, в качестве замены обжимных клетей старых типов станов и отчасти черновых, но нужно обеспечить и остальную часть стана, т. е. черновую и чистовые линии, соответствующей производительностью, дабы можно было получить полную производительность на непрерывной части стана.

Таким образом, когда идет речь о переоборудовании стана и о замене его частично непрерывным либо полунепрерывным расположением клетей, всегда нужно иметь в виду, справится ли оставшаяся часть стана, расположенная не непрерывно, с повышенной производительностью непрерывно расположенных клетей стана. Кроме того, надо иметь в виду и вспомогательные устройства стана, как-то: холодильник, пресса и проч., а также нужно озаботиться повышением производительности печей, или устройством дополнительных печей, одной или двух.

Следовательно, переоборудование нашего обычного стана на непрерывный или полунепрерывный связывается не только с установкой дополнительных клетей, но и с переоборудованием печного и уборочного хозяйства стана, дабы не получить узких мест не затормозить возможной производительности целого агрегата.

Что касается нового строительства, то в настоящее время в проектах наших новых заводов везде предусмотрены непрерывно-заготовочные станы, а также полунепрерывные станы в качестве сортовых, так как уже доказано, что такие станы дают наилучшую производительность и при полной их загрузке дают наиболее низкую себестоимость. Эти станы были описаны в предыдущих главах.

Работа этих станов уже достаточно проверена заграничной практикой и при известной подготовке нашего технического и рабочего персонала обслуживание их будет вполне возможно силами персонала наших заводов. На новостроящихся гигантах металлургии—Магнитогорском, Кузнецком и др. и переоборудываемых гигантах—Макеевском, им. Дзержинского и др. предположены к установке непрерывно-заготовочные станы и полунепрерывные сортовые станы; число всех их на одном заводе доходит до 5—7.

Эти заводы уже скоро войдут в строй, и тогда мы будем иметь возможность на своей практике убедиться в работе этих станов и обучить на них свой персонал для грандиозного нового строительства в СССР.

Отстав в области применения непрерывных станов на четверть века от Америки, мы должны в течение наиболее короткого срока ее не только догнать, но и перегнать.

---

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
Глава I. Вступление . . . . .	4
Глава II. Некоторые сведения из теории прокатки . . . . .	14
Глава III. Прокатка в непрерывных станах . . . . .	17
Глава IV. Устройство непрерывных станов . . . . .	36
Глава V. Данные о некоторых непрерывных и полунепрерывных станах .	
А. Непрерывно-заготовочные станы . . . . .	45
Б. Среднесортные станы . . . . .	51
В. Мелкосортные станы . . . . .	57
Г. Проволочные станы . . . . .	63
Глава VI. Возможности применения непрерывных и полунепрерывных станов . . . . .	71

---

D

3441