**Современный прокатный стан**

**Введение**

Современный прокатный стан представляет собой технологический комплекс последовательно установленных машин, используемых для получения прокатных изделий заданных размеров с необходимыми качественными показателями. Производительность прокатного стана определяется пропускной способностью отдельных агрегатов, обеспечивающих выполнение технологических операций, но главным образом, производительность стана определяется пропускной способностью рабочих клетей.

Мы рассмотрим методы определения такта Т прокатки для различных станов, разных по своему назначению, расположению рабочих клетей, способу прокатки. Такт или ритм прокатки определяется характеристикой имеющегося основного и вспомогательного оборудования, количеством и последовательностью размещения рабочих клетей, режимом работы на них. Такт прокатки складывается из машинного и вспомогательного времени, при этом машинное время может определяться размерами (сечением и длиной) исходного продукта обработки, конечными размерами прокатываемого изделия, общим количеством проходов, распределением вытяжки по проходам, скоростью прокатки и т.д. Вспомогательное время зависит от степени механизации и автоматизации при выполнении необходимых операций между проходами, квалификации обслуживающего персонала, режима прокатки.

### Расчет производительности стана

Теоретически часовую производительность прокатного стана **А,** т/ч, можно определить по формуле:

 **А=3600G/T,**

G – масса заготовки, т; Т – такт прокатки ( время между одноименными этапами прокатки двух следующих друг за другом полос), с

Из формулы видно, что часовая производительность стана **А** будет тем выше, чем массивнее слиток и чем меньше требуется времени для выполнения необходимых операций обработки до начала прокатки следующей полосы.

Однако подобной характеристикой пользуются лишь при работе обжимных станов, так как в этом случае есть прямая связь с цехами, изготовляющими металл, производительность которых определяется массой слитков. Если рассматривать цеха, выпускающие готовый прокат, то их производительность определяется по выходу готовых изделий. Тогда теоретическая производительность будет меньше на определенный коэффициент R1 выхода годных изделий, который зависит от характеристики обрабатываемого металла, вида изделия, требований к его качеству. Помимо этого при определении фактической производительности надо принимать во внимание коэффициент использования стана R2, который равен отношению чистого времени прокатки к фактическому времени работы стана. С помощью этого коэффициента учитывают скрытые мелкие простои, потери темпа и т.д. Обычно R2 = 0.95…0.85. Коэффициент использования стана не является постоянной величиной, так как реконструкция станов, перевод на автоматическое управление отдельных агрегатов, улучшение организации работы и т.д. повышают его.

Таким образом, учитывая выход годных изделий и коэффициент использования стана, практическая часовая производительность при прокатке может быть найдена по такой формуле:

 **A = (3600/T) G R1 R2**

Любой прокатный стан в течение определенного времени прокатывает разные профили, поэтому его производительность не может быть подсчитана по одному профилю. Для каждого профиля стан имеет свою производительность Ai

Полную годовую производительность стана считают по средней часовой производительности Aср и годовому фонду рабочего времени Тф, соответствующему числу часов работы стана за год.

Средняя часовая производительность прокатного стана определяется как частное от деления всего выпуска изделий за некоторый период на затраченное время:

 **Аср =**

Gi – масса полученного проката отдельных профилей за принятый отрезок времени, т; Тi – время прокатки профиля в течение принятого периода, ч.

Если известны часовая производительность А стана при прокатке каждого изделия и доля соответствующего профиля gi в общем выпуске изделий за принятый отрезок времени, то среднечасовая производительность равна:

 **Аср =**

Но определение часовой производительности каждого вызывает некоторые трудности, поэтому используют коэффициент трудоемкости Кi, равный отношению часовой производительности основного вида изделия к часовой производительности при прокатке каждого профиля. Обычно за основной вид изделия принимают или наиболее простой в технологическом отношении профиль, или преобладающий в сортаменте стана.

Зная коэффициент трудоемкости Кi и часовую производительность стана при прокатке основного профиля А0, среднюю часовую производительность находят так:

 **Аср =**

Средняя часовая производительность стана находится в прямой зависимости от планируемого в данный момент времени сортамента, который может изменяться в следующем периоде в связи с падением спроса на одни изделия и повышением на другие. Поэтому средняя часовая производительность прокатного стана не является постоянной величиной. Она отражает не только технические возможности прокатного стана, но и соотношение высокопроизводительных и трудоемких изделий в плане расчетного отрезка времени.

Что же касается эффективного годового фонда производственного времени Тф, то он зависит от графика работы стана и организации работы на нем, а также от вида прокатываемых изделий. На металлургических заводах эффективный годовой фонд производственного времени для различных станов при непрерывном графике работы может принимать значения от 6800 ч до 7700 ч.

Таким образом, зная среднюю часовую производительность стана Аср и фактическое время его работы в течение года, можно определить годовую производительность:

 **Агод = Аср Тф**

Заканчивая рассмотрение методов расчета производительности прокатных станов, следует отметить, что действующие станы во многих случаях имеют скрытые возможности увеличения выпуска прокатных изделий. При этом надо еще раз обратить внимание на возможность увеличения производительности стана путем сокращения такта прокатки, уменьшения скрытых простоев, увеличения фактического времени работы, массы слитков и повышение выхода годных изделий. Расчеты производительности стана позволяют определить его «узкие» места, а следовательно, наметить мероприятия по их устранению.

**Прокатка в реверсивных станах**

Предположим, что имеется одноклетевой реверсивный стан, прокатка на котором ведется в одну полосы без перекрытия. Такт будет состоять из чистого времени прокатки (машинного времени) и потерь на паузы с учетом начальной и определяется по формуле :

 **T = ΣTм + ΣTп + To**

Тм – машинное время одного периода, c; Tп – время пауз между последовательными пропусками металла между валками, с; То – начальная пауза (время между окончанием прокатки предыдущей полосы и началом прокатки следующей), с.

Однако при определении этого времени для клетей реверсивных станов возникают трудности, т.к. скорость прокатки в пределах каждого прохода не является постоянной. При подходе металла к валкам их частота вращения невелика из-за реверсирования, а также снижается для обеспечения устойчивого захвата металла и уменьшения динамического удара. Поэтому для снижения машинного времени установившаяся стадия прокатки проходит на повышенных скоростях.

## Определяя машинное время прокатки для реверсивной клети, надо помнить, что каждый проход металла между валками можно выполнять по одной из пяти схем изменения частоты вращения валков (см. приложение рис. 1). При этом tp – время разгона двигателя до частоты вращения, отвечающей захвату металла валками; to – время ожидания полосы перед ее задачей в валки; tу  - время ускорения при наличии металла в валках; tп – время прокатки при постоянной скорости; tз – время замедления при наличии металла в валках; tт – время торможения двигателя до полной остановки после выхода металла из валков.

Машинное время прокатки каждого прохода в клети реверсивного стана представляет собой сумму различных периодов работы двигателя:

 **Tм = tу + tп + tз**

Анализируя работу реверсивных станов можно сказать, что полное машинное время в зависимости от скоростного режима прокатки в данном проходе определяется по формуле:

 Тм = **tу + tп + tз** =

ny – частота вращения валков при захвате металла валками, мин –1; nn – частота вращения валков при выбросы металла, мин –1; Lh – длина полосы по выходе из валков, мм; Dp – рабочий диаметр валка, мм.

Выбирая оптимальные условия прокатки, следует сначала установить рациональный режим обжатий, который определяется наименьшим числом проходов, принятых исходя из условий устойчивого захвата металла валками, прочности деталей стана, мощности привода. При этом следует помнить, что уменьшение числа проходов дает больший эффект, чем рост интенсивности скоростных условий. Поэтому сначала нужно определить рациональный режим обжатий и для него выбрать подходящий скоростной режим прокатки.

Важную роль в снижении общего времени прокатки играет уменьшение пауз на вспомогательные операции, которые определяются скоростью работы механизмов стана.

### Прокатка в нереверсивных станах

При прокатке в нереверсивных клетях, частота вращения валков которых постоянна, для каждого прохода машинное время можно определять по следующей зависимости:

 **Тм = Lh/ϑh**

**Lh –** длина полосы по выходе из валков, м; **ϑh –** скорость прокатки, м/с.

Эта скорость принимается равной окружной скорости валков с учетом опережения, если оно имеет заметное значение:

 **ϑh = (πDn/60) (1 + Sh),** где  **Sh** – опережение.

## На практике часто определение такта прокатки только расчетным путем вызывает затруднения, так как длительность вспомогательных операций на разных станах может существенно различаться.

Упростить расчет помогает график Адамецкого и его виды. На нем по горизонтальной оси откладывается время в секундах, по вертикальной – номер клети стана. Продолжительность прокатки в рассматриваемом проходе на графике отмечается жирной горизонтальной линией на оси, соответствующей прокатной клети. Свободные участки между двумя линиями представляют паузы между соседними проходами. Передача полосы из одной клети в другую изображается наклонной линией, а ее проекция на горизонтальную ось соответствует паузам на передачу. По графику Адамецкого можно наглядно проследить за последовательностью выполнения технологического процесса и видеть элементы машинного времени прокатки. Следовательно, появляется возможность анализировать загруженность рабочих клетей, выявлять их пропускную способность и наметить возможное перераспределение обжатий прокатываемой полосы между клетями или изменение скоростных условий по клетям с целью более равномерной их загрузки в соответствии с требованиями максимальной производительности стана. В приложении на рис. 2 представлен график Адамецкого непрерывого заготовочного стана, состоящего из двух непрерывных групп по шесть клетей в каждой с последовательным чередованием вертикальных и горизонтальных клетей.

Если на непрерывном стане имеется возможность последовательно стыковать (сваривать) задний конец одной заготовки с передним концом другой по выдаче из печи, то процесс прокатки называется бесконечным. Очевидно, для этого случая строить график Адамецкого нет необходимости : так, время Т прокатки соответствует машинному времени любой из клетей, поскольку пауза между прокаткой соседних полос равна нулю. Вероятно, наиболее удобно определять такт по времени работы чистовой клети, всегда имеется возможность знать массу прокатного изделия.

Таким образом, рассмотрены методы определения такта Т прокатки для различных станов, отличающихся своим назначением, расположением рабочих клетей и способом прокатки.

Приложение

 4)

 nn

 n3

 ny

 tp t0 ty tn t3 tT  t, c

 5)

 n,n

 nn

 n,3

 n3 n,y

 n3  Tn

 tp ty tn t3 tT tp  ty tn t3 tT t, c

Рис. 1 **Основные схемы изменения частоты вращения валков реверсивных клетей:**

1 – треугольная с разгоном и замедлением при наличии металла в валках;

2 – треугольная с замедлением после выброса металла из валков;

3 – треугольная с замедлением после захвата металла валками;

4 – трапецеидальная с ожиданием металла перед захватом;

5 – трапецеидальная без ожидания металла перед захватом.

# Приложение

 1)

 nm

 n3

 ny

 tp ty t3 tT t, c

 2)

 nm= n3

 ny

 tp ty tT t, c

 3)

 nm

 n3

 tp t3 tT t, c

 Тм  То

 Т

 Тц

 Тц

 **Рис. 2 График Адамецкого непрерывного заготовочного стана**