

# **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ КЛЕТЕЙ ФИРМЫ «KOCKS»**

**Малыхина Анна Игоревна**

студент 3 курса, очная форма

*Российская Федерация, г. Москва, Московский Государственный Технический Университет им. Баумана, кафедра «Машиностроительные технологии»*

## **Введение**

3-х валковая технология для проволочно-мелкосортного и заготовочного производства была внедрена в 1954 году, развиваясь в современную технологию RSB [редукционно-калибровочного блока], используемую сегодня. Более чем в 100 странах применяют клетки фирмы «KOCKS». По состоянию на август 2008 года поставлено 72 таких блока, которые либо уже в эксплуатации, либо в процессе монтажа. Годовая производительность проволочно-мелкосортных и заготовочных станков, содержащих 3-х валковые редукционные и/или калибровочные блоки, поставленные 46-ти известным металлургическим компаниям всего мира, составляет свыше 25 млн. тонн.

Впервые трехвалковая технология для чистовой прокатки и калибровки сортового проката была выбрана в конце 70-х годов, так как подробные эксперименты совместно с одним из производителей выявили значительные различия по сравнению с традиционной прокаткой в клетях с двумя валками. По сравнению с двухвалковой, деформация тремя валками позволяет уменьшить уширение и повысить эффективность пластического деформирования, что позволяет уменьшить допуски («first in tolerance»); снизить контактные напряжения и нагрев при прокатке, достичь равномерности деформации по поперечному сечению, что благоприятно для термомеханической обработки; более оптимально использовать прокатное оборудование (большой диапазон при прокатке со свободным размером [«Free-Size»]); достичь меньшего износа калибра, что уменьшает расходы на валки.

### **3-х валковые клетки**

Новый способ калибровки в трехвалковых клетях позволяет работать в диапазоне «свободного размера» от 9% готового диаметра до макс. 3 мм, что безусловно гораздо больше, чем использование настроек в клетях дуо с той же точностью получения готовых изделий. Здесь очевидны следующие преимущества: значительно меньшее время на смену калибра и клетки, валков и направляющих, что в свою очередь ведет к снижению расходов и увеличению времени работы стана.

Режимы обжатия и калибровки отличаются обжатием за проход (до 23% и до 16% соответственно). Все калибры профилированные. В зависимости от случаев использования РРС состоит из 4 или 5 клеток (клете-позиций).

На основе факта, что трехвалковые калибры имеют очень большой диапазон настройки, следует из одного исходного сечения заготовки изготавливать большую палитру готовых размеров. Это свойство было использовано для так называемого принципа «прокатки в калибрах одной серии». Согласно этому принципу только путем настройки клеток в РРС [редукционно-растяжной стан] в каждом случае разница поперечника между шестью проходами круглой заготовки одной серией калибров в черновых и/или промежуточных клетях выравнивается. Это означает минимум расходов на смену валков и направляющих.

Чтобы улучшить свойства сортового материала все больше длинномерной продукции прокатывают при пониженной температуре. Тем самым упрощается последующая термическая обработка или становится совсем ненужной, что ощутимо уменьшает затраты на заключительную обработку. Нормализация и термомеханическая прокатка – два известных приема, которые беспроблемно и с желаемыми результатами нашли применение и на РРС.

Анализ распределения напряжений, полученного с использованием метода конечных элементов, по поперечному сечению на выходе из валков показывает, что разница напряжений между поверхностями и центром небольшая (рис. 3). Этим объясняется и характер распределения размеров зерна (рис. 4). При термомеханической прокатке углеродистой стали с 0,45% С диаметром 36 мм, разница размеров зерна между ядром и поверхностями мала (см. рис. 4). В основном показатели величины зерна ASTM варьируют между 11 и 12,5 для малых сечений и между 8,0 и 9,5 для больших прутков.

### **Преимущества 3-х валковой клетки**

3-х валковая технология предпочтительнее 2-х валковой клетки благодаря присущим ей высоким характеристикам:

- 1) меньшие габариты, а, следовательно, большая эффективность деформации, меньший расход энергии и меньшее увеличение температуры (см. рис. 5)
- 2) равномерная деформация по сечению заготовки
- 3) автоматическая компенсация возникающих изменений поперечных сечений
- 4) более широкий диапазон возможности настройки калибра для “free-size” прокатки, с идеальными допусками
- 5) меньшая разница в скоростях валка и заготовки и, следовательно, меньшая выработка калибра (см. рис. 6).

Т.о. этот редуционно-калибровочный блок благодаря 3-валковым проходам обеспечивает как высокую эффективность удлинения, так и возможность точной калибровки, что в результате дает уникальное сочетание улучшенного качества и экономичности.

### **Современная компоновка с 3-х валковым RSB фирмы KOCKS**

RSB может прокатывать все требуемые предварительные профили для чистового проволочно-мелкосортного блока, круглые чистовые заготовки для сматывания в бунты и прямые прутки на холодильный прокатного стана.

### **Особенности калибровки валков**

Так как последовательность калибров RSB позволяет перекрыть интервал между размерами круглого калибра в промежуточном стане от  $d=23,4$  до  $d=79,0$  мм, то возможна прокатка одним семейством калибров любого проволочного предварительного профиля или круглой заготовки с чистовым размером (что означает отсутствие регулировок, изменений размеров, замены калибров или клеток на всех верхних черновых и промежуточных станах).

Проверенные и надежные установки стана могут использоваться многократно, уменьшая тем самым эксплуатационные, механические и электрические простои и, следовательно, увеличивая полезность стана.

Прокатка на RSB отличается возможностью “free-size” прокатки (прокатка заготовок различных законченных размеров или предварительных профилей для проволочно-мелкосортного блока с

небольшими изменениями только за счет регулировки раствора валков), а также быстрым переходом клетки с одного “free-size” диапазона на другой.

По сравнению с 2-х валковыми станами, в которых имеется лишь небольшой “free-size” диапазон, в 3-х валковом количество замен калибров и клеток резко сокращается при прокатке смешанной продукции современного заготовочного прокатного стана. Калибровка валков RSB приводит к следующим улучшениям:

- 1) намного сокращается количество замен калибров и клеток по сравнению с традиционными системами
- 2) уменьшается количество необходимых валков и направляющих
- 3) высокоэффективное производство, поскольку повышается коэффициент использования
- 4) стабильные условия прокатки, т.к. уменьшается число переключений на стане.

Еще одно преимущество RSB – “chance free” прокатка, т.е. быстрая смена колец валков в цехе при прокатке, что позволяет совершать переход с малых размеров на большие и наоборот. Таким образом, можно избежать длительных сроков прокатки.

### **Конструкция клеток**

Корпуса 3-валковых прокатных клеток состоят из одной отливки. Валки в клетях расположены со смещением соответственно на  $120^\circ$  (рис. 7). Для обеспечения больших усилий и моментов при прокатке каждая прокатная клеть соответственно оснащена тремя валковыми системами. Поэтому для клетки не требуется устройств с коническими зубчатыми передачами.

Валки насажены на износостойкие диски, которые могут использоваться повторно. Эти диски зажаты предварительно затянутыми при помощи гидравлического устройства стяжными болтами между фланцами валов. Поэтому для перевалки валков следует отпускать только стяжные болты. Для перевалки валков в каждой клетке требуется менее 30 минут.

В прокатных клетях поддерживается небольшое внутреннее давление с целью предотвращения проникновения в подшипники воды и окалины. Это гарантирует долгий срок надежной службы подшипников и продолжительный период действия смазки. Дополнительная смазка регулярно осуществляется в мастерских по ремонту и техническому обслуживанию клеток.

Для полного использования валков и избежания их ненужной обработки резанием, в клетки могут устанавливаться валки различных диаметров. Это "оптимизированное использование валков" снижает их износ, по меньшей мере, на 50 %. Все клетки в блоке имеют идентичные внешние размеры и поэтому могут быть взаимозаменяемыми.

3-х валковая клетка с 3-мя входными валами (рис. 8) является очень жесткой конструкцией. Валы вращаются в эксцентрических втулках, которые позволяют регулировать зазор. Есть также осевая регулировка.

Кольца валков зажимаются между 2 фланцами вала посредством гидравлически предварительно натянутого анкерного болта с гайкой. Такой метод зажима очень подходит при использовании колец из карбида вольфрама. Замена всех колец выполняется примерно за 30 мин. с помощью автоматического гидравлического устройства. Для обработки валков не требуется никаких специальных станков. Кольца валков могут отдельно обрабатываться на стандартных токарных станках или шлифовальных машинах.

3-валковые сборные прокатные клетки (рис. 9) оснащены эксцентриковыми гильзами, в которых вращаются валы валков. Благодаря дистанционной регулировке, эксцентриковые гильзы могут вращаться синхронно, а зазор между валками открывается и закрывается концентрично. Таким образом, трубы с незначительными различиями в диаметрах прокатываются без переделки валков или замены клетки, что весьма экономично.

Привод вала для каждой 3-х валковой клетки снабжен так называемым С-модулем (рис. 10). С-модули идентичны для каждого положения клетки в блоке и монтируются на общей станине с общей верхней рамой для компактности. Двигатели и соответствующие редукторы крепятся попеременно в верхнем и нижнем положениях, образуя чрезвычайно компактную схему. 3-х валковые клетки располагаются в общем опорном каркасе, в котором также размещаются гидравлическое зажимное устройство клетки.

Для смены клеток верхний и нижний зажимы клетки извлекаются гидравлическим способом и затем либо все клетки, либо отдельная клетка с помощью гидравлического цилиндра выдвигаются из блока и ставятся на тележку. Т.о., в зависимости от требований программы прокатки можно менять отдельные клетки или все клетки блока одновременно.

Сменная тележка с использованной клеткой увозится, а вторая тележка с вновь подготовленным следующим диапазоном размеров вдвигается в переднюю часть блока. Прокатка продолжается после

заталкивания новых клетей в калибровочную линию. Замена клетей занимает максимум 5 минут.

Применяется дистанционное управление валками и направляющими, следовательно, RSB можно эксплуатировать более эффективно и экономично и с большей точностью, используя систему регулировки, предельно исключая при этом ошибки оператора. Также используется автоматизированная система регулировки для клетей и направляющих. После замены колец валков в цехе обработки прокатных валков клетки должным образом регулируются с помощью компьютеризированного оптического устройства. Оценка сигналов производится автоматически специальной программой с отображением на экране монитора величин радиальной и осевой регулировки валков. Регулировка валков и направляющих производится с высокой точностью (0,02 мм) и надежно подходит для режима “first-in-tolerance”.

В нашей стране калибрующие блоки трехвалковых клетей впервые были установлены на прокатном стане 350-1 Макеевского металлургического завода им. С.М. Кирова, а затем на стане 320 металлургического завода им. А.К. Серова.

### **Заключение**

Трехвалковые клетки отражают конструктивные свойства, которые позволяют гарантировать получение продукта высокого качества (допуски, качество поверхности) в сочетании с необычайной гибкостью прокатки по отношению к «свободному размеру» и «возможности выбора» (что означает любой размер в любое время). Это приводит к значительному сокращению производственных расходов из-за меньшей стоимости прокатки, сокращенным срокам хранения продукции на складе и существенно более высокой производительности. Меньший разогрев при деформации объясняется отсутствием боковых внеконтактных зон, а эти зоны всегда есть в клетях дуо. Определение нормального контактного напряжения можно осуществлять по формулам Никитина Г.С. Отсутствие этих зон позволяет вести прокатку без растягивающих напряжений, что обеспечивает более высокую точность (из-за снижения среднего контактного напряжения и силы прокатки).

### **Список литературы:**

1. FREDRICH KOCKS GMBH & CO KG, 2008.
2. сайт [www.kocks.de](http://www.kocks.de).
3. Г.А. Гладков, Ф.Е. Долженков, Л.Н. Прищенко. Прокатка особоточных профилей.-М.:Металлургия,1979.-215с.