

**С.А.Воробей, А.П.Лохматов, Д.Г.Паламарь, С.И.Бадюк,  
П.А.Киселев**

**ЗАДАЧИ ВЫБОРА СИСТЕМ КАЛИБРОВ ПРИ ПЕРЕВОДЕ  
ДЕЙСТВУЮЩИХ НЕПРЕРЫВНЫХ МЕЛКОСОРТНЫХ И  
ПРОВОЛОЧНЫХ СТАНОВ НА НЕПРЕРЫВНОЛИТУЮ ЗАГОТОВКУ**

Наибольшее количество несплошностей и различных дефектов непрерывнолитой заготовки сосредоточены в центральной зоне. Показано, что решающее значение для проникновения деформирующего усилия в центральную часть заготовки имеет калибровка валков и величина обжатия. Рассмотрены задачи выбора системы калибровки прокатных валков, которая позволит обеспечить повышенную деформацию осевой зоны раската.

**мелкосортные и проволочные станы, непрерывнолитая заготовка, центральная зона раската, системы калибров, обжатия**

**Постановка задачи.** Применение непрерывнолитых заготовок для производства сортовых профилей является одним из важнейших направлений современной металлургии [1–4]. На современных средне-, мелко- и проволочных станах оптимальным считается сечение исходной заготовки 150×150–170×170 мм, а число рабочих клетей – 22–30 при среднем коэффициенте вытяжки в одной клети около 1,3. Скорость прокатки на мелко- и проволочных станах в этом случае достигает 20–25 м/с, а на проволочных – 120–150 м/с.

Вместе с тем, на металлургических предприятиях СНГ продолжается эксплуатация станов, спроектированных и установленных в 60–70 годах прошедшего столетия на целом ряде металлургических комбинатов (Западно-Сибирский, Челябинский, Череповецкий, Криворожский и др.) [5]. Станы были ориентированы на получение сортовых профилей и катанки из заготовок сечением 80×80 мм. При переводе этих станов на непрерывнолитую заготовку для обеспечения достаточной проработки литой структуры было бы целесообразно использовать заготовку сечением 150×150 мм. В этом случае необходимо заменить существующие нагревательные печи и дополнительно установить в голове стана четыре – шесть рабочих клетей. При неизменной конечной скорости прокатки это приведет к снижению начальной скорости ниже допустимой по условиям работы прокатных валков и существенному перепаду температуры металла по длине раската со всеми вытекающими из этого негативными последствиями: расход топлива возрастет не менее чем на 90%, расход электроэнергии – на 32%, валков – на 23% [6].

Для перевода действующих станов на непрерывнолитую заготовку авторы работ [7, 8] предлагают придерживаться следующих рекомендаций:

отношение сторон непрерывнолитой заготовки должно составлять 1,4–1,8;

минимально допустимая суммарная вытяжка, необходимая для получения заданной микроструктуры и свойств сортовых профилей, должна составлять: 7 – для углеродистых и низколегированных сталей, 11 – для легированных сталей; 15 – для пружинных и подшипниковых.

При расчете калибровки сортового стана в указанных работах рекомендуется учитывать следующее:

первые проходы в черновой группе рабочих клетей при непосредственной задаче непрерывнолитой заготовки в стан, должны быть с наибольшими степенями обжатия;

калибровка средних групп рабочих клетей должна быть направлена на проработку центральной зоны раската;

при проектировании калибровок придерживаться стандартных правил расчета их параметров (по Чекмареву А.П., Бахтинову Б.П., Штернову И.М., Литовченко Н.В. и др.). Однако в этих литературных источниках, так же, как и в других, отсутствуют данные о системных исследованиях влияния калибровок на проработку литой структуры.

Поверхность непрерывнолитой заготовки отличается мелкозернистой структурой и достаточно высоким качеством [9]. В центральной зоне заготовки литая структура не имеет преобладающей ориентации, содержит большое количество несплошностей разной величины в виде усадочных образований, раковин, пузырей, трещин, а также ликвационные дефекты различного размера.

Во время деформации литая структура сначала разрушается, а затем происходит процесс уплотнения металла [9]. Дефекты в виде внутренних несплошностей постепенно уменьшаются, внутренние поверхности дефекта сближаются друг с другом и завариваются. Чем больше обжатие, тем эффективней устранение внутренних несплошностей. Поскольку наибольшие несплошности сосредоточены в центральной зоне, обеспечение проникновения деформирующего усилия в центральную часть заготовки и обжатие, создаваемое в этой зоне, имеют решающее значение. Поэтому разработка деформационно–температурных параметров прокатки и калибровки валков, которые позволят обеспечить повышенную деформацию осевой зоны раската для необходимой проработки литой структуры является актуальной задачей. Решение этой задачи позволит перевести действующие непрерывные мелкосортные и проволочные станы на непрерывнолитую заготовку с минимальным увеличением ее сечения по отношению к сечению используемой на этих станах катаной заготовки и, следовательно, с минимальными объемами реконструкционных мероприятий.

Размер исходной заготовки в современной практике проектирования определяется либо необходимым уровнем общей вытяжки, либо размерами кристаллизатора МНЛЗ, либо другими условиями [10].

Вытяжные системы калибров, используемые при прокатке сортового проката и катанки, обычно подразделяют на системы с однородными калибрами (например, ромб – ромб, овал – овал) и системы с чередующимися

ся калибрами (например, ромб–квадрат, овал–круг). В вытяжных системах с чередующимися калибрами каждая пара калибров должна обеспечивать получение чистового или, по крайней мере, близкого к чистовому профиль [11,12]. Это обстоятельство обусловило преимущества систем с чередующимися калибрами, главными из которых являются:

- возможность получения чистового профиля из любого промежуточного калибра, что уменьшает число перевалок и, следовательно, сокращает простой стана при переходах на новый размер проката;
- лучшие возможности контроля правильности калибровки и настройки стана по форме сечения раската.

Выбор вытяжных систем калибров зависит от конкретных условий, таких как заданный сортмент, конструктивные особенности прокатного стана, размеры прокатываемых сечений, пластичность материала и т.д. В условиях непрерывных мелкосортных и проволочных станов наиболее распространены следующие системы вытяжных калибров: система прямоугольных (ящичных) калибров, прямоугольник – гладкая бочка, овал – квадрат, шестиугольник – квадрат, ромб – квадрат, овал – ребровой овал, овал – круг. Система прямоугольных (ящичных) калибров (рис.1) применяется в первых клетях сортовых станов [13,14].

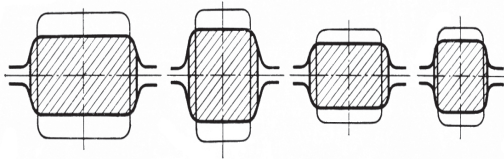


Рис.1. Система прямоугольных (ящичных) калибров

Прокатка в ящичных калибрах обладает следующими преимуществами: равномерная деформация металла по ширине профиля, хорошее удаление окалины с боковой поверхности раската, глубокий врез в валки (по сравнению с другими равновеликими по площади калибрами) и, следовательно, небольшое ослабление прочности валка, возможность получения из одного калибра профилей различной толщины за счет изменения положения верхнего валка, устойчивое положение раската на рольганге при передаче его из калибра в калибр [13]. К недостаткам системы ящичных калибров относится невозможность получения геометрически правильного квадрата или прямоугольника вследствие значительного выпуска калибра, деформация металла происходит только в двух взаимно перпендикулярных направлениях [13,15]. Разновидностью ящичных калибров является прокатка по схеме «гладкая бочка – ящичный квадрат» (рис.2), когда прямоугольные сечения раската получают на гладкой бочке валков, а квадратные – в ящичных калибрах [13].

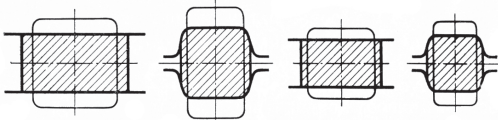


Рис.2. Система калибров «гладкая бочка – ящичный квадрат»/

Применение гладкой бочки взамен ящичного калибра позволяет получить ряд дополнительных преимуществ: увеличение прочности и снижение расхода валков, возможность прокатки на гладкой бочке прямоугольных сечений разных размеров за счет изменения межвалкового зазора и, следовательно, уменьшение числа перевалок при переходе с одного профиля на другой. Однако при прокатке на гладкой бочке максимально допустимые углы захвата и, следовательно, обжатия меньше чем при прокатке в ящичных калибрах. Система калибров «овал – квадрат» (рис.3) является наиболее эффективной вытяжной системой [13].

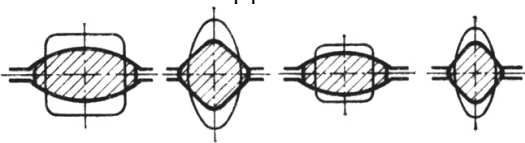


Рис.3. Система калибров «овал – квадрат»

По сравнению с другими системами калибров она позволяет получать наибольшие коэффициенты вытяжки и соответственно уменьшать количество проходов. При прокатке по этой системе овальный раскат кантуют на  $90^\circ$ , а квадратный – на  $45^\circ$ . При такой схеме деформации металл поочередно обжимается в четырех направления, а углы профиля систематически обновляются. Благодаря этому улучшается проработка металла и получается равномерное охлаждение раската по сечению. Указанные особенности особо важны при деформации раскатов малых сечений (квадрат со стороной 50–70 мм и менее). Система калибров «шестиугольник – квадрат» (рис.4) является аналогом системы «овал– квадрат» и обладает всеми ее достоинствами.

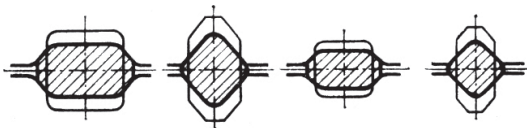


Рис.4. Система калибров «шестиугольник – квадрат»

Применение шестиугольного калибра вместо овального устраняет большинство недостатков системы «овал – квадрат» и позволяет получить следующие преимущества: равномерное обжатие по ширине раската, как в шестиугольном, так и в квадратном калибрах, более равномерное распределение коэффициентов вытяжки между этими калибрами, устойчивое положение шестиугольного раската в квадратном калибре. Система калибров «ромб – квадрат» (рис.5) состоит из чередующихся ромбических и квадратных калибров, врезанных в валки по диагонали [13].

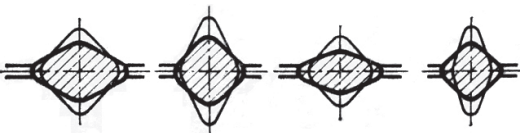


Рис.5. Система калибров «ромб – квадрат»

Раскат в калибры задают также по диагонали и кантуют после каждого прохода на  $90^\circ$ . На прокатных станах с чередующимися горизонтальными и вертикальными клетями ромбические калибры располагают в вертикальных клетях, а квадратные – в горизонтальных, что исключает необходимость кантовки раската.

Основным преимуществом этой системы калибров является возможность получения геометрически правильных квадратов в чистовом и каждом промежуточном квадратном калибре [13]. Кроме того, из одного квадратного калибра можно получать квадраты нескольких смежных размеров путем регулирования положения валков по высоте. Система калибров «ромб – квадрат» характеризуется достаточно хорошей устойчивостью раската в калибрах, что дает возможность получать значительные коэффициенты вытяжки. Преимуществом системы является также равномерное относительное обжатие по ширине калибра. Однако система калибров «ромб – квадрат» имеет и ряд недостатков. Глубина вреза ручьев в валки в 1,41 раза больше, чем у равновеликих по площади ящичных калибров. Это существенно ослабляет прочность валков и, кроме того, вызывает повышенный износ калибров, так как значительная разница рабочих диаметров по ширине ручья вызывает дополнительное скольжение прокатываемого металла относительно поверхности валков. При прокатке металл получает обжатие только в двух взаимно перпендикулярных направлениях, вследствие чего углы ромбического и квадратного профиля не обновляются и охлаждаются быстрее, чем основная часть сечения.

Система калибров «овал – ребровой овал» (рис.6) состоит из чередующихся горизонтальных и вертикальных овальных калибров, причем отношение размеров осей горизонтальных овалов больше чем вертикальных. При прокатке в этой системе калибров раскат кантуют на  $90^\circ$  после каждого прохода. На непрерывных станах с чередующимися горизонтальными и вертикальными клетями необходимость в кантовке раската отпадает.

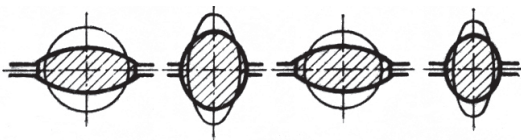


Рис.6. Система калибров «овал – ребровой овал»

Система калибров «овал – ребровой овал» обладает следующими преимуществами: обеспечивается плавное изменение формы сечения раската по проходам, отсутствие на раскате острых углов и, следовательно, равномерное охлаждение металла по сечению, хорошее качество поверхности раската, достаточно устойчивое положение раската в калибрах.

К недостаткам этой системы необходимо отнести малые коэффициенты вытяжки при прокатке в ребровых овальных калибрах по сравнению с обычными овальными калибрами, что вызывает неравномерную силовую загрузку оборудования и неравномерный износ этих калибров. Кроме того, глубокий врез в валки ребровых овальных калибров снижает прочность валков, увеличивает скольжение металла относительно валков, и, следовательно, повышает износ калибров.

Система «овал – круг» (рис.7) является частным случаем системы «овал – ребровой овал» и сохраняет практически все ее преимущества, создающие благоприятные условия для прокатки качественных сталей. Кроме того, эта система обеспечивает возможность получения круглых профилей из промежуточных калибров, что позволяет сократить парк валков и уменьшить количество перевалок при переходе с одного профиля на другой.

Однако устойчивость овальных раскатов в круглых калибрах значительно хуже, чем в ребровых овальных калибрах, вследствие чего отношение осей овальных раскатов в системе калибров «овал – круг» применяют меньшее по сравнению с системой «овал – ребровой овал». Кроме того, из-за плохой устойчивости овальных раскатов необходимо устанавливать тесные вводные проводки, что иногда служит причиной застревания переднего конца раската при входе в калибры.

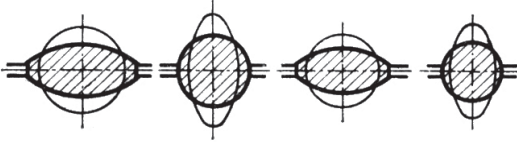


Рис.7. Система калибров «овал – круг»

Область применения системы «овал–круг» существенно расширилась с появлением двухвалковых проволочных блоков, конструктивные особенности которых исключают возможность кантовки раската между клетями из-за небольших межклетевых промежутков [14].

Для прокатки круглых профилей также применяют трехвалковые непрерывные станы в блочном исполнении (рабочие клетии с трехвалковыми калибрами). В отличие от двухвалковых клетей с параллельным расположением рабочих валков, рабочая клетка такого стана имеет три валка, повернутых друг относительно друга на  $120^\circ$ , так, что оси валков образуют замкнутый равносторонний треугольник. Трехвалковые рабочие клетии широко применяют в трубном производстве, однако для сортовой прокатки используются значительно реже. Основным недостатком трехвалковых рабочих клетей по сравнению с двухвалковыми является сложность конструкции привода, особенно, клетей с регулируемым раствором валков. Непрерывные станы с трехвалковыми клетями при сортовой прокатке, в

основном, применяются в составе литейно–прокатных агрегатов для производства катанки из цветных металлов и сплавов [14].

Основными преимуществами станов с трехвалковыми клетями являются:

значительно меньшая величина уширения в трехвалковых калибрах по сравнению с двухвалковыми, что позволяет прокатывать материалы с различной склонностью к уширению без изменения не только калибровки валков, но и настройки клетей в случае их достаточной жесткости;

благоприятная схема деформации, что положительно сказывается на качестве проката, особенно при прокатке малоэластичных материалов.

Калибровка валков станов с трехвалковыми рабочими клетями представляет собой либо систему чередующихся калибров «стрельчатый треугольник – круг», либо систему однородных треугольных калибров «треугольник – треугольник». В этом случае перед чистовым круглым калибром для повышения точности геометрии круга применяется стрельчатый треугольный калибр [14].

Система «стрельчатый треугольник – круг» (рис.8) применяется на литейно–прокатных агрегатах, выпускающих алюминиевую и медную катанку.

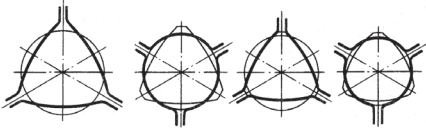


Рис.8. Система калибров «стрельчатый треугольник – круг»

Обычно в черновых клетях вместо круглых применяются шестиугольные калибры, в которых устойчивость треугольного раската выше за счет подпирającego действия стенок калибра (рис.9). Такая комбинация калибров является наиболее распространенной.

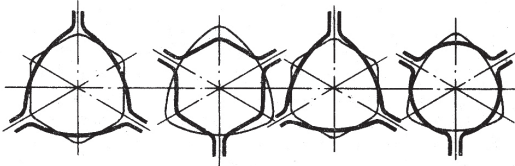


Рис.9. Система калибров «шестиугольник – стрельчатый треугольник – круг»

Основными преимуществами системы «стрельчатый треугольник – круг» по сравнению с системой «треугольник – треугольник» являются:

возможность получения кругов различного диаметра без дополнительной перевалки валков;

большая устойчивость раската в калибрах;

меньшая утолщенность заднего конца раската в случае его сваливания из-за наличия в системе «тесных» калибров (круглых, шестиугольных) и, следовательно, меньшая опасность застревания раската в стане.

В системе «треугольник – треугольник» (рис.10) каждый валок имеет гладкую цилиндрическую поверхность. Три таких валка составляют тре-

угольный калибр. Поперечное сечение раската, прокатываемого в системе треугольных калибров, обычно имеет форму неправильного шестиугольника.

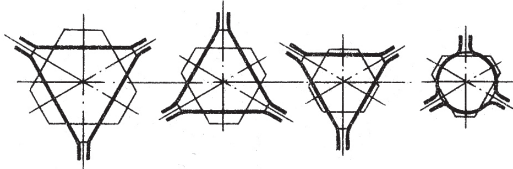


Рис.10. Система калибров «треугольник – треугольник – круг»

Основные преимущества системы «треугольник – треугольник»:

более широкий возможный сортамент выпускаемой катанки, так как любой треугольный калибр при замене его на круглый, может рассматриваться в качестве чистового;

возможность переточки валков на диаметр ближайшей предыдущей клетки, а не через одну клеть, как это необходимо в случае калибровки «стрельчатый треугольник – круг», что значительно (теоретически в два раза) уменьшает расход валков;

отсутствие ручьев на рабочих поверхностях упрощает изготовление валков и их переточку, что, кроме снижения трудозатрат, позволяет применять валки с высокой твердостью поверхности и, следовательно, повысить их стойкость;

более равномерный износ валков, что способствует увеличению срока их службы;

более простая сборка валков в клетки, так как не требуется их осевая регулировка.

Основным недостатком системы «треугольник – треугольник» является плохая устойчивость раската в калибрах. В связи с этим, обжатия в клетях должны быть такими, чтобы не допускать заполнения металлом углов треугольника. В противном случае невозможно предотвратить сваливание раската и, прежде всего, его заднего конца в последующем калибре, что приводит к переполнению калибров и последующему застреванию раската в стане.

Японские фирмы «Kawasaki Steel Corp.» и «Sumimoto Heavy Ind.» с 1994 года используют для прокатки сортовых профилей и катанки четырехвалковые калибры, допускающие плавное изменение размеров прокатываемого сечения [16].

Если в двухвалковых калибрах применяют систему «круг – овал – круг», а в трехвалковых «круг – треугольник – круг», то в четырехвалковых – «круг – квадрат – круг». Расчеты и экспериментальные данные показывают, что прокатка в четырехвалковых калибрах не сопровождается уширением, а утяжка не превышает 0,5%.

Для непрерывной прокатки сортовых профилей и катанки четырехвалковые клетки рекомендуется применять не только в качестве чистовых, но и в качестве предчистовых [16]. Кроме того, группы четырехвалковых



клетей с чередованием горизонтальных и наклонных приводных валков рекомендуются в качестве промежуточных групп непрерывных станов при общем сокращении количества рабочих клетей, поскольку допустимые обжатия в четырехвалковых клетях значительно больше, чем в двухвалковых [17].

Для повышения производительности прокатного стана, снижения энергозатрат и уменьшения количества механического и электрического оборудования необходимо, чтобы деформация в каждом калибре с учетом его назначения была по возможности максимальной [14]. Поэтому выбор режима обжатий должен основываться на знании предельных деформаций, допустимых в данном калибре при конкретных условиях.

Другой проблемой, которая возникает при расчете вытяжных систем с чередующимися калибрами, является распределение суммарной вытяжки между калибрами данной пары. Для определения допустимого диапазона соотношений вытяжек в каждой паре калибров достаточно определить значения максимальной и минимальной вытяжек в предчистовом калибре [14].

Сравнение вытяжной способности различных систем калибров представлено на рис.11 (по горизонтальной оси – отношение диаметра валков в клети «D<sub>i</sub>» к размерам прокатываемого в ней раската «h<sub>k</sub>» или «d<sub>i</sub>») [14].

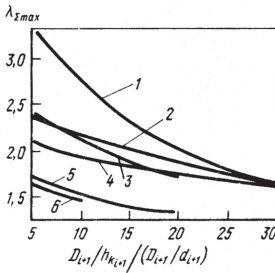


Рис.11. Расчетные вытяжные способности различных систем калибров.

1 – овал – квадрат; 2 – овал – круг; 3 – ромб – квадрат при  $\beta_{i \min} = 25^\circ$ ; 4 – стрелчатый треугольник – круг; 5 – ромб – квадрат при  $\beta_{i \min} = 30^\circ$ ; 6 – система ящичных калибров

Наибольшие вытяжки в калибрах допускает система «овал – квадрат» (кривая 1), наименьшие – система ящичных калибров (кривая 6). Вытяжные способности системы «ромб – квадрат» определяются значением угла  $\beta_i$  (половина угла при вершине ромбического калибра), принятого в качестве минимального (кривые 3,5); при  $\beta_{i \min} = 30^\circ$  вытяжные способности системы «ромб – квадрат» примерно такие же, как у системы ящичных калибров. Система «овал – круг» и ее эквивалент в клетях с трехвалковыми калибрами «стрелчатый треугольник – круг» (кривые 2,4) для раскатов малого и среднего сечений обладают приблизительно одинаковыми вытяжными способностями. При прокатке в четырехвалковых калибрах величина вытяжки теоретически может достигать 2,0 (по экспериментальным данным [18] – 1,82, при степени обжатия 45%).

Рассмотренные системы калибров в условиях действующих непрерывных мелкосортных и проволочных станов, в основном, применяются

для прокатки катаных заготовок, которые, в отличие от непрерывнолитых, имеют достаточно проработанную центральную зону, что обеспечивается деформацией слитков на блюминге и непрерывно-заготовочном стане.

Для успешного решения задачи по переводу действующих непрерывных мелкосортных и проволочных станов на непрерывнолитую заготовку требуется установить закономерности влияния схем калибровок и параметров деформации на проработку центральной зоны раската.

### Выводы

1. Известные из литературных источников рекомендации по переводу действующих непрерывных мелкосортных и проволочных станов на непрерывнолитую заготовку, в основном, содержат требования к геометрии заготовки, ее качеству и структуре, минимально необходимой вытяжке для проработки литой структуры. В вопросах калибровки валков рекомендуют придерживаться стандартных методов ее расчета. Вместе с тем известно, что применяемая схема калибровки может оказывать существенное влияние на проработку литой структуры, однако сведения о системных исследованиях этого вопроса отсутствуют.

2. Поскольку наибольшее количество несплошностей и различных дефектов сосредоточены в центральной зоне непрерывнолитой заготовки, обеспечение проникновения деформирующего усилия в ее центральную часть и обжатие, создаваемое в этой зоне, имеют решающее значение. Поэтому выбор калибровки валков и разработка деформационно-температурных параметров прокатки, которые позволят обеспечить повышенную деформацию осевой зоны раската для необходимой проработки литой структуры является актуальной задачей. Решение этой задачи позволит переводить действующие непрерывные мелкосортные и проволочные станы на непрерывнолитую заготовку с минимальным увеличением ее сечения по отношению к сечению используемой на этих станах катаной заготовки и, следовательно, с минимальными объемами реконструкционных мероприятий.

3. Для успешного решения задачи по переводу действующих непрерывных мелкосортных и проволочных станов на непрерывнолитую заготовку требуется установить закономерности влияния деформационных параметров различных схем калибровок на проработку центральной зоны раската.

1. *Lestany M.* New concepts in the production of specialty steels in bars and coils // *La Revue de Metallurgie.* – 1997. – №10. – P. 1225 – 1236.
2. *Никитина Л.А.* Состояние и перспективы развития производства проката в России и за рубежом. // *Производство проката.* - 2000. - №11. - С. 29.
3. *Сталь на рубеже столетий / Л.Н.Белянчиков, Д.Н.Бородин, В.С.Валавин и др.; под ред. Ю.С.Карбасова/* – М.: МИСиС, 2001. – 604 с.

4. *Дукмасов В.Г., Агаев Л.М.* Состояние развитие технологий и оборудования в мировой черной металлургии: справочник / Челябинск: изд-во ЮУрГУ, 2002. – 187 с.
5. *Прокатные станы: справочник в 3-х томах. Т.2. Средне-, мелкосортные и специальные станы* / В.Г.Антипин, С.В.Тимофеев, Д.К.Нестеров и др. – М.: Металлургия. – 1992. – 496с.
6. *Смирнов В.К., Шилов В.А.* Опыт и направления реконструкции мелкосортных и проволочных станов / Бюл. «Черная металлургия». – 1999. – №1-2. – С. 13 – 19.
7. *Рекомендации по производству сортового проката с минимальной осевой ликвацией из непрерывнолитой сортовой заготовки* / Е.В.Карпов, А. А.Завьялов, В.Г.Логинов и др. // Труды IV Конгресса прокатчиков. – М.: ОАО «Черметинформация». - 2002. - С. 327-330.
8. *Режимы деформации непрерывнолитой заготовки при производстве сортового проката из нерядовых сталей* / А.Н.Луценко, В.А.Монид, Э.А.Гарбер и др. // Труды V Конгресса прокатчиков. – М.: ОАО «Черметинформация». – 2004. – С. 197 – 200.
9. *Пастернак З.* Прокатка непрерывнолитых заготовок / – М., 1983 (Обзор по системе «Информсталь» - ин-т «Черметинформация». – Вып. 3(152). – 35 с.).
10. *Берковский В.С.* Теоретические основы и расчет калибровки валков сортовых прокатных станов: учеб. – метод. пособие / М.: МИСиС, 2003. – 110 с.
11. *Калибровка прокатных валков: учеб. пос. для вузов.* / А.П.Чекмарев, М.С.Мутьев, Р.А.Машковцев – М.: Металлургия, 1971. – 512 с.
12. *Бахтинов Б.П. Штернов М.М.* Калибровка прокатных валков / М.: Металлур-издат, 1953. – 784 с.
13. *Смирнов В.К., Шилов В.А., Инатович Ю.В.* Калибровка прокатных валков: учеб. пос. для вузов / М.: Металлургия, 1987. – 368 с.
14. *Минкин А.В.* Расчет систем вытяжных калибров. / М.: Металлургия, 1989. – 208 с.
15. *Илюкович Б.М., Нехаев Н.Е., Меркурьев С.О.* Прокатка и калибровка: справочник в VI т. Т. I. / Днепропетровск: РВА «Днепро-ВАЛ», – 2002. – 506 с.
16. *Матвеев Б.Н.* Расширение сортамента и повышение качества проката – основные направления модернизации сортовых и проволочных станов за рубежом / Черная металлургия. Бюл. ОАО "Черметинформация". – 2001. – №10. – С. 9 – 17.
17. *Никитина Л.А., Матвеев Б.Н.* Перспективные технологии, используемые в производстве прутков и катанки за рубежом / Черная металлургия. Бюл. ОАО "Черметинформация" – 2003. – №3. – С. 36–44.
18. *Аугустини А., Аугустини А., Фей Г.* Af-система прокатки: новый способ обжатия заготовок / Издательский дом «Руда и металлы». – 1999. – С. 38 – 50.

*Статья рекомендована к печати  
канд.техн.наук Л.Г.Тубольцевым*

*С.О.Воробей, О.П.Лохматов, Д.Г.Паламарь, С.І.Бадюк,  
П.О.Кисельов*

**Завдання вибору систем калібрів при переводі діючих неперервних дрібносортих і дротяних станів на неперервнолиту заготовку**

Найбільша кількість різних дефектів безперервнолитої заготовки зосереджена у центральній зоні. Показано, що вирішальне значення для проникнення деформуючого зусилля в центральну частину заготовки мають калібрування валків і величина обтиснення. Розглянуто задачі вибору системи калібрування прокатних валків, що дозволить забезпечити підвищену деформацію осьової зони розкату.