

М.С.Валетов, В.М.Кузьмичёв

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ ЗОН ИСХОДНОГО СЛИТКА В ЭЛЕМЕНТАХ КАТАНЫХ ЦЕНТРОВ ТЕПЛОВОЗНЫХ КОЛЁС

Приведены результаты исследования течения металла при изготовлении колёсных центров методами пластической деформации. Показано, что интенсивность течения металла от центра заготовки к периферии определяется соотношением масс обода и ступицы в колесе и колёсном центре. Принципиальное значение для процесса прокатки центров на стане имеет характер течения металла центральной зоны обода, который зависит от величины раскатки и массы исходной заготовки.

**колёсные центры, исходная заготовка, пластическая деформация, течение металла,**

**Постановка задачи.** При разработке технологии горячего деформирования заготовок для центров на колесопркатной установке в качестве основных ставились задачи получения требуемых конфигурации и размеров черновых центров и отсутствие на них поверхностных дефектов. В то же время, процесс пластической деформации может решать ещё одну весьма важную задачу: обеспечение высокого качества изделия путем формирования структуры и оптимального распределения структурных зон металла исходной заготовки в элементах центра.

В процессе деформирования заготовок на прессах и стане происходит перемещение значительных объёмов металла и сосредоточение в отдельных элементах центров имевшихся (концентрация осевой ликвации и рыхлости в ступице, раскрытие трещин, плены на поверхности заготовки) и образование новых (закаты, складка ступицы и т. п.) дефектов. Наличие и распределение этих дефектов определяется характером и величиной напряжений и деформаций отдельных элементов центров.

Внутренняя структура слитка, состоящая из зон, отличающихся по ориентации зерен, загрязненности неметаллическими включениями и другими параметрами, предопределяет, в известной мере, качество отдельных элементов центров. По этой причине весьма важно определение качественного и количественного распределения различных зон исходной заготовки в элементах центров, выявление механизма деформации и имеющихся закономерностей течения металла, что является основой для выбора путей совершенствования действующих и разработки новых технологических процессов изготовления центров, совершенствования режимов обжарки.

В работах [1–3] исследован характер течения металла при изготовлении цельнокатаных вагонных колес по различным технологиям деформирования. Однако конструкция центра, его размеры и, в первую очередь, соотношение масс различных элементов существенно отличаются от размеров и конструкций изученных вагонных колес, поэтому было необходимо новое исследование.

**Целью данного исследования** является изучение течения металла при прокатке колёсных центров путём наблюдения за изменением формы, размеров и взаимного положения шпилек или стержней, заранее вмонтированных в исследуемые зоны натуральных заготовок.

**Методика исследования.** В соответствии с широко известным экспериментальным методом и разработанной схемой (рис.1) были подготовлены две заготовки для изготовления центров, в теле которых предварительно размещены специальные монтажные стержни. Точки пересечения торцов и боковой поверхности заготовки в плоскости стержней дополнительно зафиксировали с помощью электросварки (отметка 0).

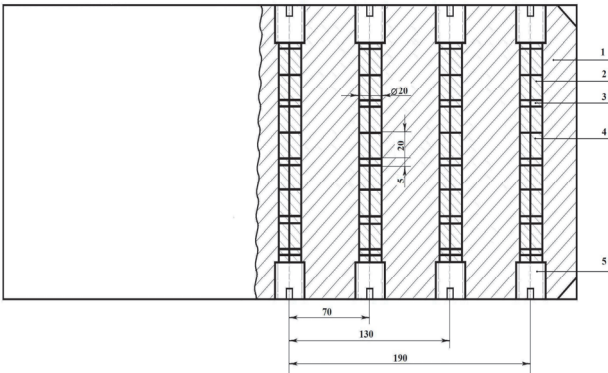


Рис.1. Конструкция монтажных стержней и их размещение в теле заготовки

Монтажный стержень представляет собой набор соосно установленных в отверстия заготовки I калиброванных шайб 2,3 каждая из которых выполнена с центральным отверстием, заполненным огнеупорным материалом 4. [4]. Диаметр калиброванных шайб 20 мм, диаметр отверстия 2 мм, толщина шайбы – 20 мм, материал – сталь 20 (ГОСТ 1050-74).

В качестве огнеупорной массы использован мертель ШТ-1 ГОСТ 6137-80, замешанный на жидком стекле. После заполнения отверстий шайбы просушивались в муфельной печи. Готовые шайбы устанавливались в предварительно просверленное отверстие в заготовке. С обеих сторон заготовки отверстие заглушалось пробками 5 - шпильками М24 длиной 30 мм.

С целью более надежного определения границ шайб в продеформированной заготовке, а также для обеспечения возможности смонтировать стержень в заготовке любой длины, были изготовлены и размещены в монтажном стержне между шайбами 2 толщиной 20 мм шайбы 3 толщиной 5 мм из стали 40Х ГОСТ 4543-71. После шлифовки и травления темплетом этот материал легко визуально отличить от металлов основных шайб и заготовки.

Схема положения стержней в теле заготовки до и после деформирования приведены на рис.2. Точность сверления отверстий, а также длина и масса заготовок приведены в табл. 1.

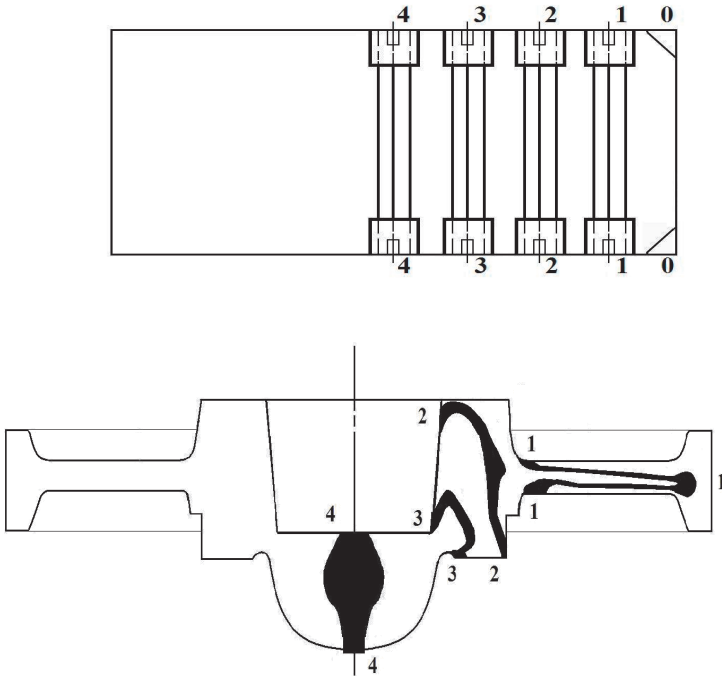


Рис. 2. Схема расположения монтажных стержней в заготовке до и после деформирования.

Отверстия, в которых размещались монтажные стержни, были просверлены следующим образом (рис.1, рис.2):

- стержень 1 расположен в зоне столбчатых кристаллов;
- стержень 2 - в зоне различно ориентированных кристаллов;
- стержень 3 - в зоне дендритов глобулярной формы;
- стержень 4 расположен по оси заготовки.

Таблица 1. Точность сверления отверстий, длина и масса заготовок

Параметры исходных заготовок		Заготовка № 1	Заготовка № 2
Длина, мм		228	228
Масса, кг		266	270
Расстояние до оси отверстий, мм	сверху	0-70-130-190	0-70-130-190
	снизу	0-72-132-192	0-72,5-133,5-195

Шайбы в отверстиях заготовок расположены в следующем порядке (мм):

Пробка (30) - 20 - 20 - 5 - 20 - 20 - 5 - 20 - 20 - 5 - 20 - 20 - Пробка (30).

Подготовленные таким образом заготовки после нагрева до температуры 1270<sup>0</sup>С были подвергнуты деформации на колесопрокатной установке Выксунского металлургического завода и охлаждены. Из обеих заготовок вырезаны радиальные темплеты по оси стержней, которые после травления были сфотографированы.

Вырезание темплета, в первую очередь его лицевой стороны, обычно затруднительно из-за сложности выявления в теле заготовки плоскости, проходящей через оси стержней или шпилек. В случае несовпадения лицевой плоскости темплета с плоскостью осей стержней, т.е. если плоскость разреза не совпадает с плоскостью симметрии стержня, значительно снижается точность определения степени деформации металла в радиальном направлении.

В данном случае отыскание плоскости, включающей оси стержней, было существенно облегчено наличием центральных отверстий в шайбах. Огнеупорный материал, заполняющий их, образовал в теле заготовки сплошной столбик, который после деформирования имеет толщину 0,2–2 мм. При такой толщине столбика появление из-под резца или фрезы огнеупорной массы означало, с довольно высокой степенью точности, что нужная плоскость найдена. Вид полученных темплетов показан на рис.3. и рис.4.



Рис.3. Темплет тепловозного центра после формовки на прессе мощностью 100000 КН

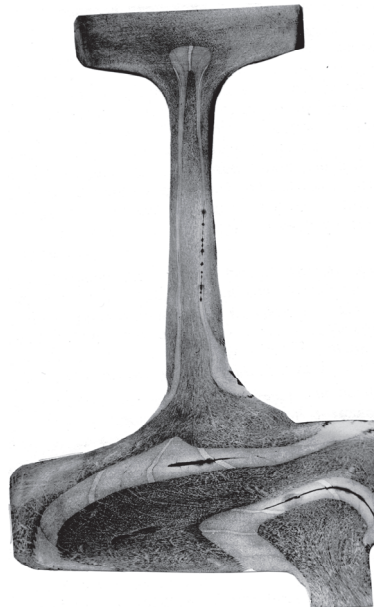


Рис.4. Темплет тепловозного центра после прокатки

Как видно из приведенных фотографий, характер течения металла и распределение отдельных структурных зон слитка в элементах центра существенно отличаются от результатов ранее проводившихся исследований деформирования заготовок для вагонных колес  $\varnothing 950$  мм [1–3]. Для сравнения, на рис.5 приведен результат исследования течения металла при производстве вагонных колёс.

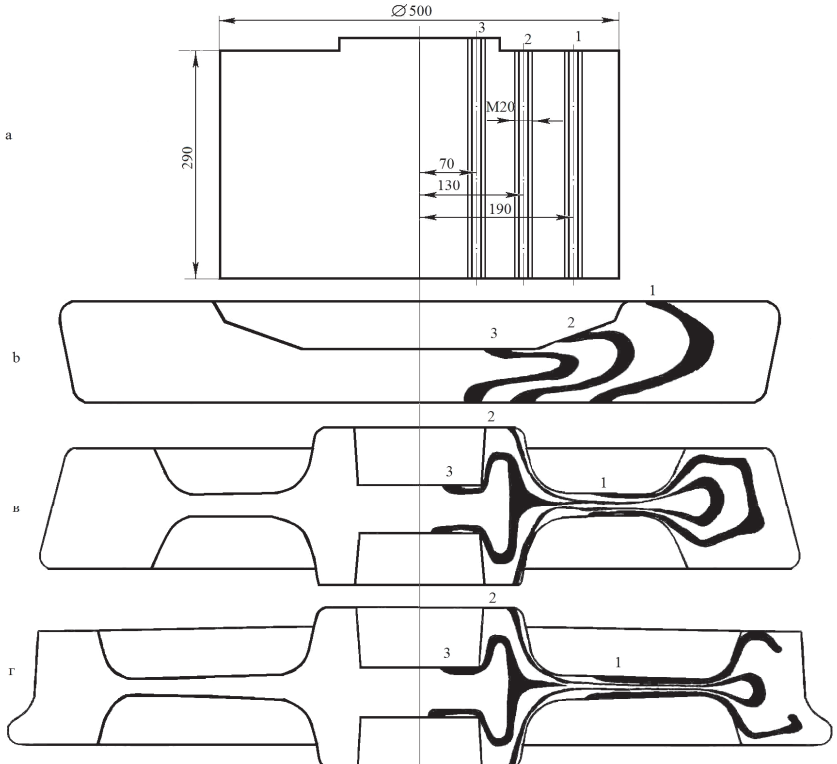


Рис.5. Схема течения металла при деформировании заготовки при изготовлении вагонных колёс: *a* - разрез исходной литой заготовки с вмонтированными в нее шпильками; *b* - *z* - заготовки со шпильками после соответственно осадки и разгонки, формовки, прокатки

Обработка полученных данных о положении стержней в заготовке после формовки на прессе усилием 100 МН (рис.3) и после прокатки (рис.4) дала возможность провести анализ по двум направлениям:

1. Распределение наружных слоев исходной заготовки на поверхности различных элементов готового центра.
2. Распределение внутренних объемов металла в элементах готового изделия.

**Результаты исследования.** Распределение наружных слоев заготовки на поверхности изделия отдельных элементов готового центра необходимо учитывать при калибровке инструмента деформации в связи с тем, что часть элементов центра (диск и наружная поверхность ступицы с полевой стороны) механически не обрабатываются. Состояние поверхности исходной заготовки и степень очистки от окалины различных её зон весьма различается, что при неудачной калибровке может привести к попаданию дефектов на ответственные элементы изделия.

Концы стержня I (рис.2–4) как в отформованной, так и в прокатанной заготовке находятся в переходной зоне от диска к ступице, причем, вследствие того, что диаметр ступицы с внутренней стороны больше, чем с наружной, конец стержня с полевой стороны попадает и на поверхность ступицы. Здесь имеет место несимметричное положение стержней в отформованной заготовке. Это обстоятельство необходимо учитывать, так как такое же смещение имеет место и у концов отметки № 0, которой в исходной заготовке зафиксирована точка перехода от ее торцевой поверхности к боковой. Т.е. с полевой (верхней) стороны центра отметка попала в переходную зону от обода к диску, а с внутренней стороны (нижней) - на торец обода у внутренней его поверхности. Таким образом, можно считать, что практически вся поверхность диска центра сформирована из торцевых поверхностей исходной заготовки. Это имеет немаловажное значение, так как торцевые поверхности исходной заготовки по качеству всегда лучше, чем боковая, ввиду того, что это не поверхности слитка со всеми присущими им дефектами, а поверхности, полученные после порезки его на слиткоразрезном станке.

В зоне между стержнями № 2 и № 3 частично находится шейка, образовавшаяся при разделении слитка на заготовки, которая может быть неровной, высокой и с другими дефектами, а вблизи отметки № 0 могут быть дефекты литейного происхождения от наружной поверхности заготовки. Поэтому наиболее качественная поверхность торцевой части заготовки расположена между стержнями № 1 и № 2. Эта зона попадает на наружную поверхность ступицы центра и на переход от ступицы к диску с внутренней стороны центра и на торец и наружную поверхность ступицы с полевой стороны.

Следует обратить внимание на то, что практически вся поверхность ступицы с полевой стороны центра формируется из этой качественной зоны заготовки, чем обеспечивается высокое качество как наружной, так и внутренней зоны этого элемента. Для обеспечения качества поверхности элементов центра необходима механическая обработка торцов и наружной поверхности обода, которые формируются из боковой поверхности исходной заготовки.

Поверхностные слои металла от стержня № 4 (ось заготовки) до стержня № 3 формируют практически только перемычку в ступице и лишь частично внутреннюю ее поверхность; они удаляются и с выдавкой, и при

расточке отверстия в ступице, что позволяет несколько снизить требования к этой зоне исходной заготовки.

Внутренние слои металла каждого из элементов центра сформированы, как и поверхностные слои, из различных зон исходной заготовки. Так, большая часть обода формируется из участка слитка с наиболее плотным металлом, а его центральная область - из зоны столбчатых кристаллов; практически весь диск, в том числе и переход от диска к ободу и к ступице сформирован из двух структурных зон слитка: зоны столбчатых и зоны различно ориентированных дендритов, причем более плотный металл из первой зоны как бы окаймляет металл второй зоны, который находится внутри диска. С точки зрения функционирования диска как конструктивного элемента такое распределение зон слитка наиболее благоприятно.

Наименее качественная часть слитка – центральная, от стержня № 4 до стержня № 3 - практически вся удаляется с выдавкой и лишь частично располагается во внутренней (нижней) части ступицы, причем большая часть этого объема удаляется при расточке центрального отверстия. Основная часть ступицы сформирована из металла зоны различно ориентированных дендритов.

**Заключение.** Таким образом, анализ распределения как поверхностных слоев, так и различных структурных зон исходного слитка в теле центра носит благоприятный характер и не требует изменения.

При сравнении картины расположения стержней на рис.2, рис.3 и рис.4 с расположением шпилек в заготовке колеса (рис.5) [1–3] бросается в глаза то, что в колесе в зону диска и обода попали стержни № 1, № 2 и частично, № 3, а в колесном центре - только стержень № 1, в то время, как в исходной заготовке стержни были расположены одинаково. Этот эффект объясняется различной интенсивностью течения металла от центра заготовки к периферии, что вызвано различным соотношением масс обода и ступицы в колесе и колёсном центре. В колесе это соотношение примерно 3,8:1, а в колесном центре – почти 1:1, и, естественно, при формовке колеса металл течет к периферии значительно интенсивнее.

Значительный интерес представляет характер относительных величин деформации стержней в различных зонах центра. Рассмотрим отдельно каждый случай наблюдаемых особенностей.

- Стержень № 2 в центральной по высоте части имеет выступ, причем диаметр отверстия в шайбах увеличился примерно в 1,5–2 раза. Такой же вид и характер течения металла стержня, расположенного в ступице, наблюдается и при изготовлении вагонных колес [1–3]. Правда, там видно было лишь резкое утолщение стержня в зоне перехода ступицы в диск, так как сам стержень был сплошным, а в нашем случае, из-за наличия отверстий в шайбах наблюдается помимо увеличения толщины стержня также и вытяжка в направлении, перпендикулярном оси стержня. Можно предположить, что в этом месте при определенных условиях появляются растягивающие напряжения.

- Во всех монтажных стержнях видны отдельные шайбы, смещенные вдоль оси. Так, в стержне № 2 правая относительно его оси половина (расположенная ближе к ободу) смещена от краев к середине стержня, как бы втянулась в выступ по направлению в диск, при менее смещенной левой стороне стержня (ближней к оси центра). В этом стержне такое смещение правой половины к середине наблюдается во всех шайбах и достигает 8 мм. Возможно, положение стержня № 2 в заготовке было таким, что нейтральная линия истечения металла в какой-то момент проходила по оси стержня.

- Примерно такая же картина наблюдается и в стержнях №1 и №3, но смещение половинок шайб относительно оси здесь выражено в меньшей степени.

- Обращает на себя внимание конфигурация стержня № 1 в средней зоне отформованного диска. Наблюдающийся изгиб нижней части стержня (выпучивание вверх) характерен как для центров так и для вагонных колес (рис.5). Объясняется это тем, что разгонка центральной части заготовки производится пуансоном с полевой стороны колеса или центра. В процессе формовки такой заготовки вначале происходит частичное заполнение металлом этой разгонной части, т.е. часть металла течет к верхнему штампу, после чего идет равномерное формирование диска.

- В прокатанных заготовках стержень № 1 имеет две разновидности конфигурации той своей части, которая располагается параллельно наружной поверхности обода. В одном случае эта часть имеет выпуклую, скругленную по краям форму, в другом - плоскую с острыми краями. Очевидно, положение штыря, величины раскатки и масса исходной заготовки оказывают влияние на характер течения металла центральной зоны обода. Этот факт имеет принципиальное значение для оценки процесса прокатки центров на стане. Целесообразно продолжить исследование характера течения металла при прокатке центров на колесопркатном стане.

1. *Шифрин М.Ю., Соломович М.Я.* Производство цельнокатаных колёс и бандажей. М.: Металлургиздат, 1954, с. 107-129.
2. *Распределение структурных зон слитка в элементах железнодорожных колёс и оценка их качества.* / В.К.Серяченко, М.С.Валетов, В.Н.Крашевич и др. // Известия ВУЗов, Чёрная металлургия, 1979, №6, с. 74-77;
3. Новая технология деформирования заготовок при производстве железнодорожных колёс. / О.А.Ганаго, М.С.Валетов, М.И.Староселецкий, В.К.Серяченко, Б.Ф.Антипов, А.В.Панников. // Кузнечно-штамповочное производство, 1979, №2, с. 8-11;
4. *А.с № 980 909, СССР, В21J 5/00, Монтажный стержень.* Оpubл. 15.12.82, Булл. №46



5. *Стародубов К.Ф., Узлов И.Г., Приходько Э.В.* «Исследование влияния технологических факторов производства колёс на структуру и механические свойства стали», Отчёт, ИЧМ, №1903, 1970 г.

*Статья рекомендована к печати  
канд.техн.наук А.И.Бабаченко*

***М.С.Валстов, В.М.Кузьмичьов***

**Розподілення структурних зон вихідного злитку в елементах катаних центрів тепловозних коліс**

Наведено результати дослідження течії металу при виготовленні колісних центрів методами пластичної деформації. Показано, що інтенсивність течії металу від центру заготовки до периферії визначається співвідношенням мас обода і ступиці в колесі та колісному центрі. Принципове значення для процесу прокатки центрів на стані має характер течії металу центральної зони ободу, який залежить від величини деформування і маси вихідної заготовки.