

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОФИЛЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС

С.А.Снитко, А.В.Яковченко, Н.И.Ивлева (ДонНТУ, г. Донецк)

Предложена классификация профилей железнодорожных колес, которая явилась основой при создании системного подхода в процессе разработки методов автоматизированного проектирования профилей чистовых и черновых колес, а также калибровок валков и штампов.

Автоматизация процесса проектирования профилей чистовых и черновых колес различных типов имеет большое значение в работе калибровщиков, так как указанный этап занимает значительную часть в общем объеме работ. Кроме того, полученные при этом результаты являются основой для последующего проектирования калибровок валков и штампов.

За последние три десятилетия в трудах многих ученых [1 – 4 и др.] получило развитие актуальное научное направление, связанное с разработкой комплексов компьютерных программ для моделирования течения металла в очаге деформации и проектирования калибровок валков и штампов, необходимых для реализации различных процессов обработки металлов давлением. Их важной составной частью являются модули проектирования контуров сечений получаемых профилей. Указанные разработки выполняются и в области колесопрокатного производства.

В работах [6, 7 и др.], посвященных автоматизированному проектированию отдельных типов профилей колес, например, с плоскоконическими, гофрированными и некоторыми другими дисками, и калибровок валков и штампов назывались отдельные признаки профилей колес, но их классификация для всего существующего сортамента разработана не была. А она необходима, во-первых, для решения задачи автоматизированного проектирования профилей чистовых, механически обработанных колес, которая раньше не рассматривалась вообще. Во-вторых, для решения задачи автоматизированного проектирования профилей черновых колес всего существующего сортамента, который характеризуется многообразием конструкций колес и различными системами простановки размеров на чертежах. Поэтому целью настоящей работы является создание классификации профилей железнодорожных колес, необходимой для системного подхода при разработке методов автоматизированного проектирования профилей колес.

Как правило, в основе классификации профилей, получаемых про-

каткой, лежит подобие контуров сечений полос, перпендикулярных их продольным осям. В первую очередь это связано с тем, что для профилей одного типа во многих случаях можно применять одни и те же методы разработки калибровок.

Классификация профилей колес, выполненная в настоящей работе, имеет другое назначение. Она необходима для реализации системного подхода при разработке методов их проектирования. Поэтому сортамент профилей колес классифицирован на типы, которые характеризуются совокупностью признаков, обеспечивающих возможность их проектирования по одним и тем же методам. По этой причине профили колес, входящие в один и тот же тип, могут существенно отличаться, а один и тот же профиль, чертежи которого выполнены, например, с использованием различных систем простановки размеров, может быть включен, соответственно, в разные типы.

Сортамент профилей колес разделен нами на три основных типа. Профили колес, которые не могут быть отнесены к основным типам, выделены в дополнительный, и называются условно профилями колес четвертого типа. В пределах данного типа они, имея индивидуальные признаки, проектируются на основе отдельных методов. Количество таких колес несоизмеримо меньше количества колес, входящих в три основных типа.

Перед тем, как установить признаки профилей колес, необходимо отметить, что определять тип профиля колеса необходимо по всей совокупности признаков, а не по каким-то отдельным из них. Информацией, которая позволяет определить принадлежность профиля колеса к одному из типов является, во-первых, форма диска и, во-вторых, система простановки размеров, используемая для его построения и привязки к ободу и ступице. Причем, часть этих размеров также используется в построении обода и ступицы. Те размеры по ободу и ступице, которые не задействованы при определении типа профиля колеса, на представленных ниже чертежах не показаны, чтобы не затруднять процесс классификации профилей колес.

Признаки профилей колес 1-го типа. У профилей колес 1-го типа информация о диске задается по его образующим с наружной и внутренней сторон колеса.

Образующие (элементы) диска конструируются из составных частей – отрезков прямых и дуг окружностей. Информацией о них являются радиусы дуг и диаметры центров дуг или отдельных скелетных точек. Для профилей колес 1-го типа разработана библиотека элементов дисков. Каждый элемент диска может включать от одной до пяти составных частей. Элементы отличаются как по форме, так и по системам простановки размеров. Библиотека включает 80 элементов. Из них 3 элемента состоят из

одной части, 24 элемента – из двух частей, 26 элементов – из трех частей, 19 элементов – из четырех частей и 8 элементов – из пяти частей. Из каждого элемента можно выполнить построение образующей диска, как по наружной, так и по внутренней стороне колеса. На рис. 1 показаны два диска, признаки которых соответствуют профилям колес 1-го типа. Один из них (а) имеет 2-х радиусный криволинейный диск, а другой (б) – плоскоконический.

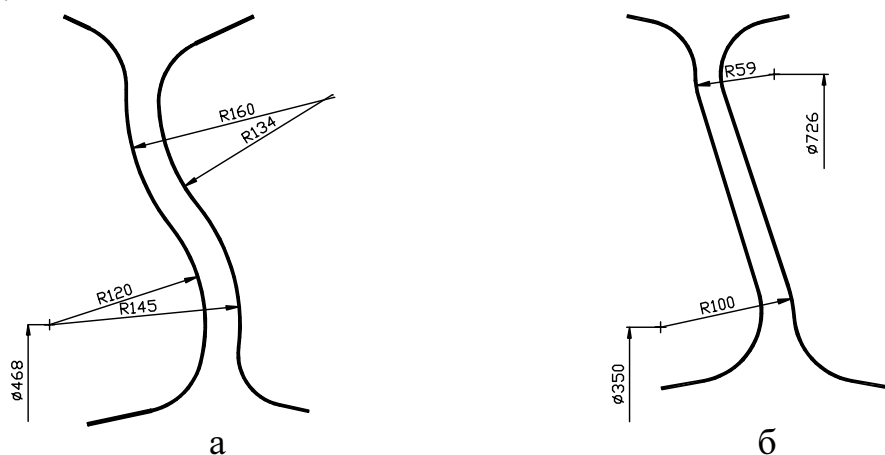


Рисунок 1 – Примеры дисков, признаки которых соответствуют профилям колес 1-го типа

На рис. 1,б показан плоскоконический диск колеса $\varnothing 957$ мм, которые эксплуатируются в Украине, России и других странах СНГ уже более полвека.

У профилей колес 1-го типа по диску не должна задаваться информация, нормирующая положение центров дуг или отдельных точек диска относительно боковых поверхностей обода или торцевых поверхностей ступицы с наружной или внутренней стороны колеса.

Если указанная информация имеется, то профиль такого колеса однозначно не относится к 1-му типу и его следует искать среди профилей колес, условно объединенных в 4-ый тип.

У профилей колес 1-го типа зона соединения обода с диском имеет системы простановки размеров, показанные на рис. 2.

Положение размеров по толщине диска в зонах его соединения с ободом и ступицей, как правило, не нормируется соответствующими диаметрами (положение этих размеров привязывается к диаметрам центров дуг сопряжений диска с ободом и ступицей). В некоторых случаях диаметры, нормирующие положение размеров по толщине диска в указанных зонах, могут присутствовать как избыточная информация (например, когда эти диаметры равны диаметрам центров дуг сопряжений диска с ободом и ступицей). Тогда профиль такого колеса может быть отнесен к 1-му типу. Наличие же одного или нескольких размеров, определяющих толщину диска не в зоне его соединения с ободом и ступицей, однозначно исключает

ет профиль из колес 1-го типа.

У профилей колес 1-го типа зона соединения ступицы с диском имеет системы простановки размеров, показанные на рис. 3.

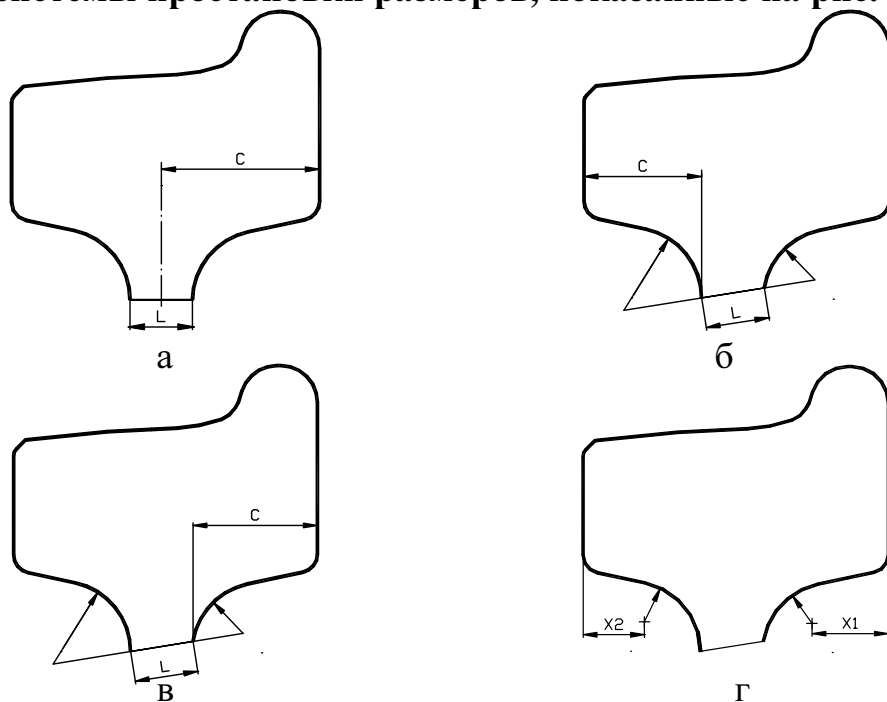


Рисунок 2 – Варианты систем простановки размеров в зоне соединения обода с диском для профилей колес 1-го типа

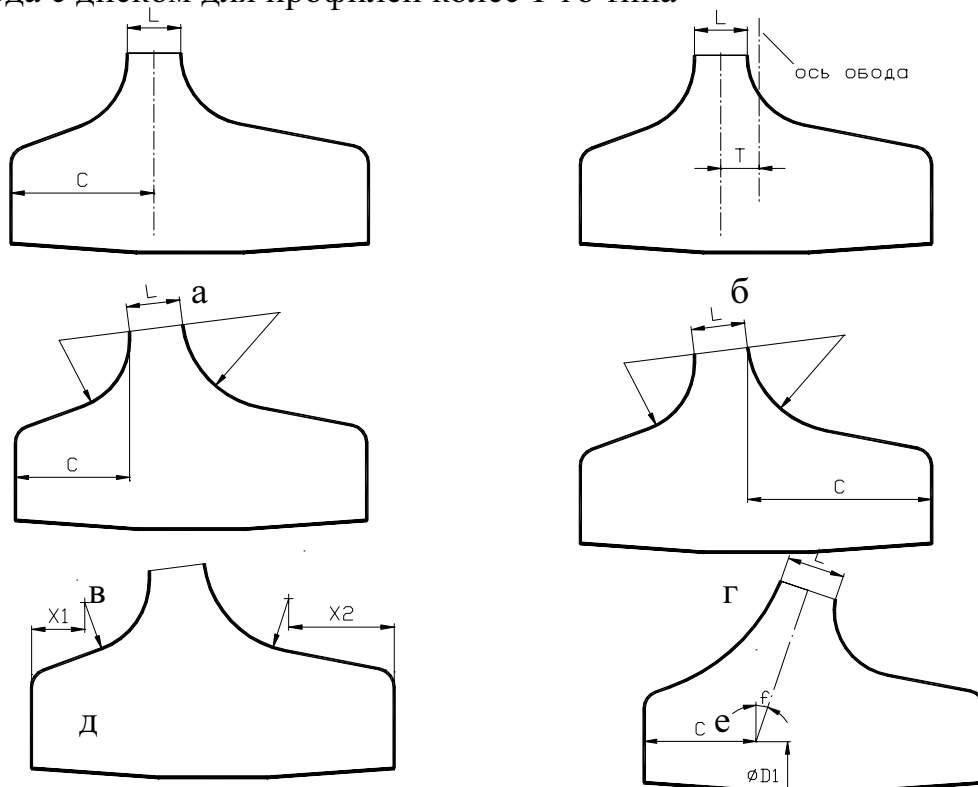


Рисунок 3 – Варианты систем простановки размеров в зоне соединения ступицы с диском для профилей колес 1-го типа

В заключение рассмотрения признаков профилей колес 1-го типа необходимо отметить следующее. Отсутствие единых принципов выполнения чертежей профилей колес привело к возникновению большого количества различных систем простановки размеров и, соответственно, к наличию профилей колес различных типов. Применительно к ручному режиму работы, в том числе, когда используются компьютерные графические редакторы, это может быть оправданным, так как каждая отдельная система простановки размеров учитывает имеющиеся особенности различных профилей колес.

При автоматизированном режиме работы количество методов, необходимых для проектирования всего сортамента профилей колес, должно быть минимальным. Здесь интересно отметить тот факт, что рассмотренные выше признаки профилей колес 1-го типа являются достаточно универсальными для того, чтобы практически любые профили колес 2-го, 3-го и 4-го типов можно было построить как профили колес 1-го типа. На практике при автоматизированном проектировании, как правило, такой подход не применяется. И связано это с тем, что расчеты недостающих размеров, которые необходимы для построения профилей колес 2-го, 3-го и 4-го типов по 1-му типу, являются громоздкими и занимают много времени. Поэтому для того, чтобы, во-первых, исключить выполняемые в ручном режиме вспомогательные расчеты и, во-вторых, при задании исходной информации о профилях колес использовать только те размеры, которые уже имеются на чертежах заказчиков, они и были классифицированы на три основных типа и один дополнительный.

Признаки профилей колес 2-го типа. У профилей колес 2-го типа образующие диска с наружной и внутренней сторон колеса выполнены отрезками прямых линий.

Наличие оси диска для них не является обязательным. Она может быть, и в этом случае ее положение нормируется, но может и отсутствовать. Аналогично, толщина диска может либо задаваться как в зонах соединения диска с ободом и ступицей, так и в любом другом месте диска, где указаны соответствующие диаметры на чертеже, либо не задаваться. Разработанная библиотека дисков для профилей колес 2-го типа включает 12 схем. На рис. 4 представлены четыре из них, на которых показаны конструкции дисков и системы простановки размеров.

У профилей колес 2-го типа размеры, нормирующие соединения диска с ободом и ступицей, показаны на схемах дисков.

Признаки профилей колес 3-го типа. У профилей колес 3-го типа информация о диске задается по его осевой линии.

Осевая линия конструируется из двух, трех или четырех дуг окружностей. Она не является осью симметрии, но по диску проходит по середи-

не его толщины. Разработанная библиотека дисков для профилей колес 3-го типа включает 11 схем. Из них: пять, в которых ось диска содержит две дуги; четыре, в которых ось диска содержит три дуги; две, в которых ось диска содержит четыре дуги. На рис. 5 представлены четыре схемы, на которых показаны конструкции дисков и системы простановки размеров.

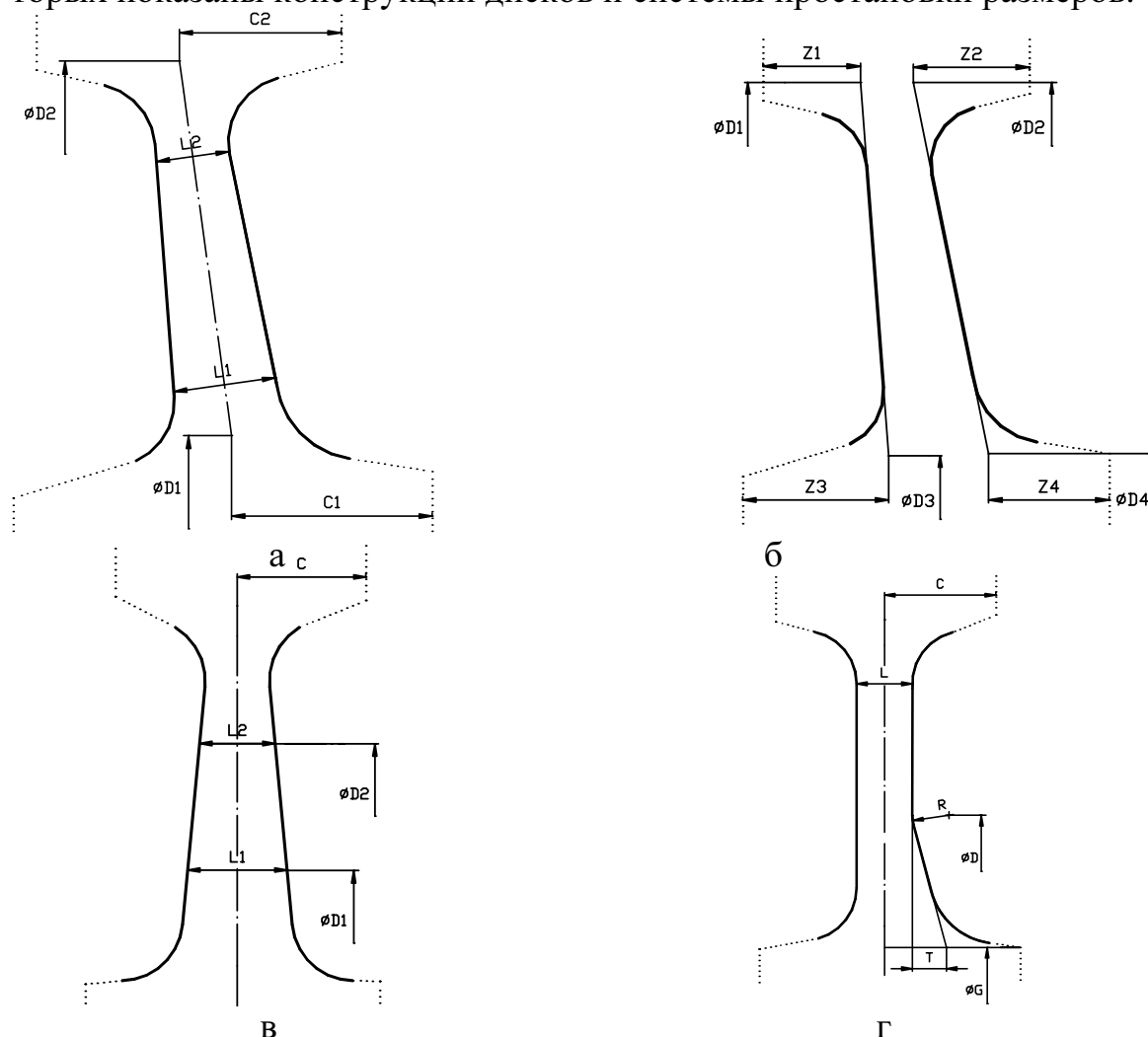


Рисунок 4 – Схемы дисков для профилей колес 2-го типа

У профилей колес 3-го типа зоны соединения диска с ободом и ступицей имеют системы простановки размеров, показанные на рис. 2а и 3б соответственно.

Выполним анализ особенностей профилей колес 4-го типа. К 4-му типу относятся профили колес, которые по тем или иным причинам не могут быть отнесены ни к одному из трех основных типов.

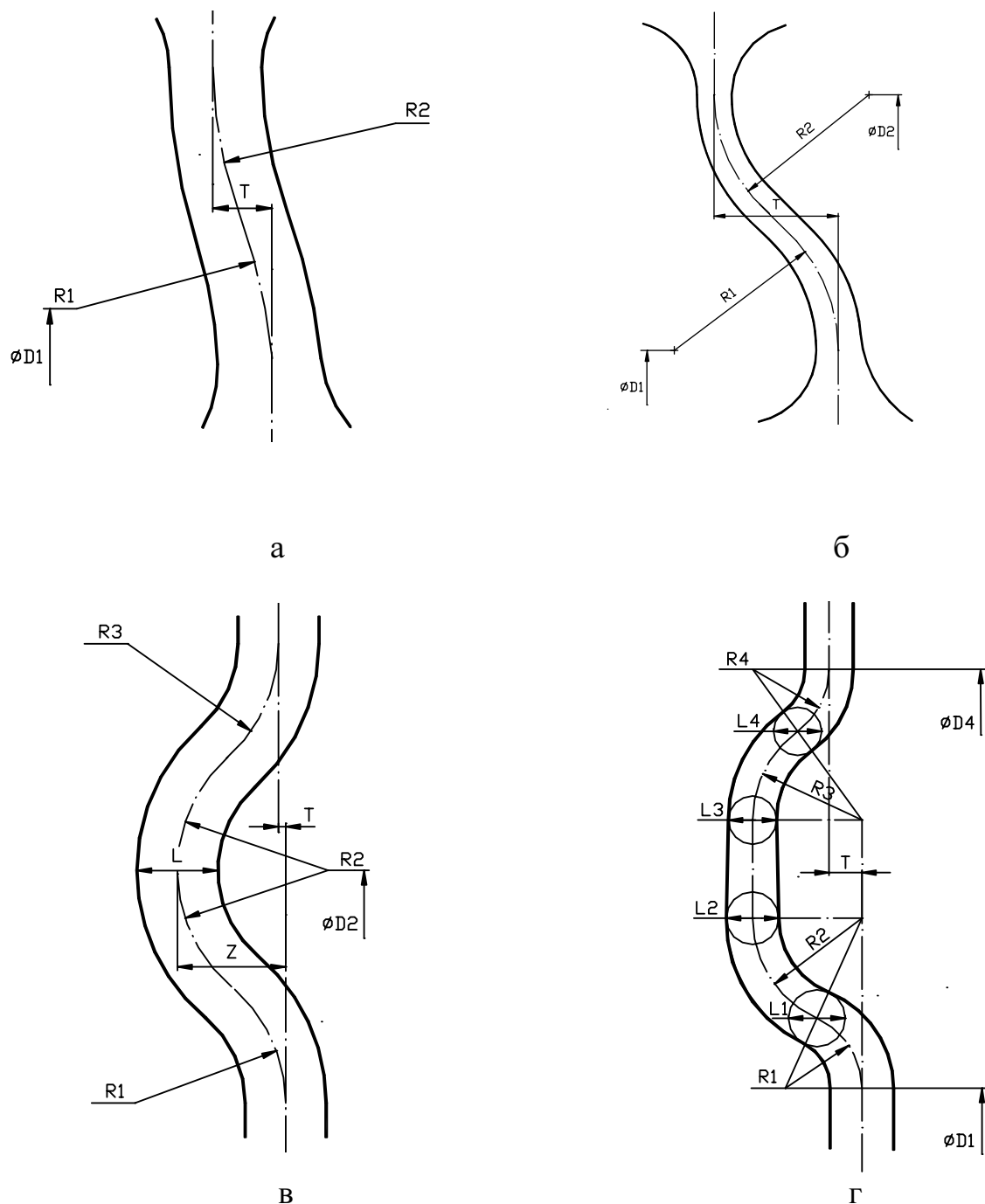


Рисунок 5 – Схемы дисков для профилей колес 3-го типа, оси которых состоят из двух (а, б), трех (в) и четырех (г) дуг

Разработанная библиотека дисков для профилей колес 4-го типа включает 15 схем. На рис. 6 представлены четыре из них, на примере которых показаны конструкции дисков и системы простановки размеров. Как и у профилей колес 2-го типа на этих схемах имеются размеры, которые необходимы для привязки диска к ободу или ступице, причем они участвуют также в их построении.

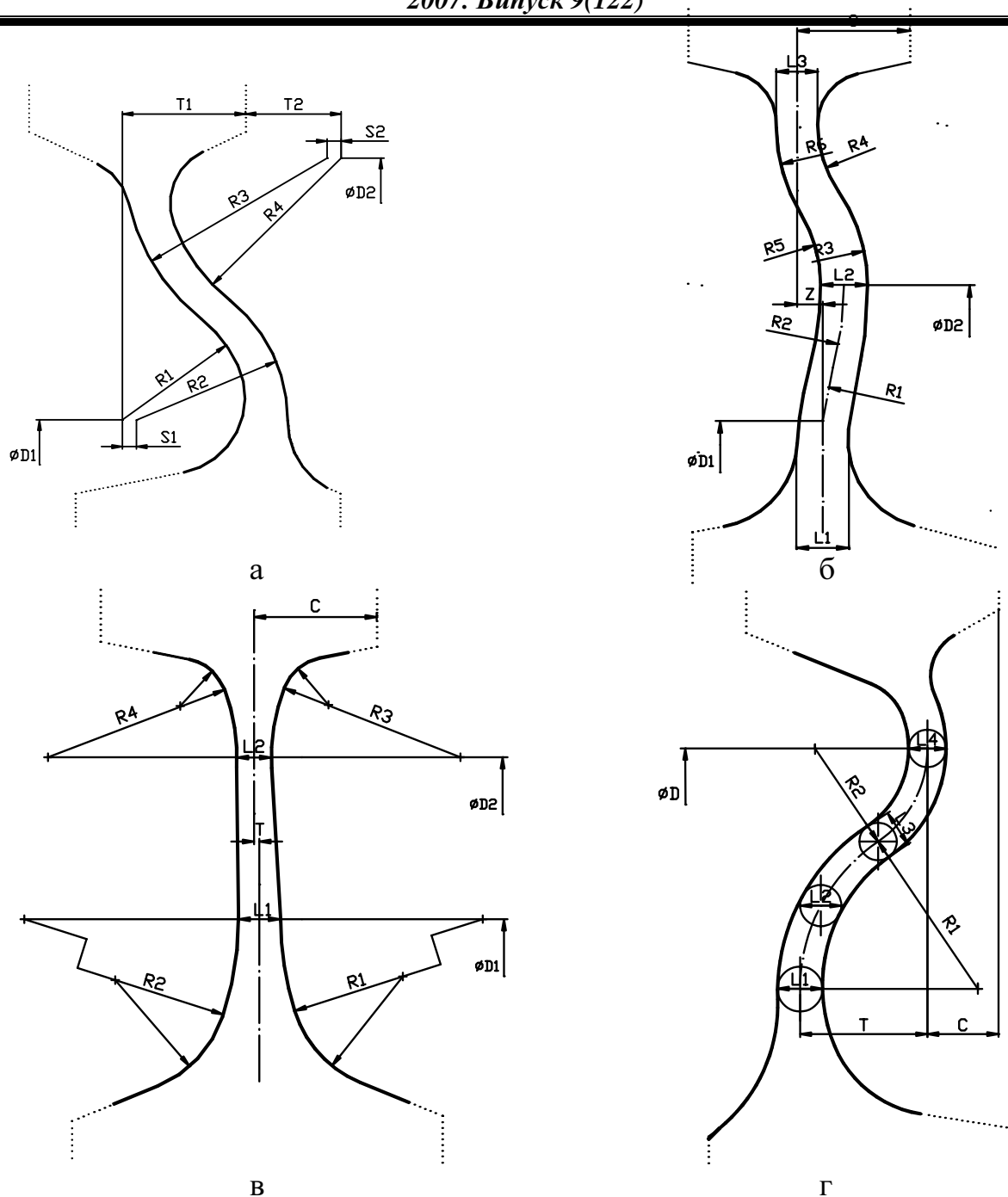


Рисунок 6 – Схемы дисков для профилей колес 4-го типа

В отличие от профилей колес трех основных типов, профили колес, объединенные в 4-ый тип, не имеют единого метода построения, так как им могут быть присущи смешанные признаки колес 1-го, 2-го и 3-го типов, а также индивидуальные особенности.

У профилей колес 4-го типа размеры, нормирующие соединения диска с ободом и ступицей, показаны на схемах дисков.

Определение типа профиля колеса дает возможность оперативно задать требуемую исходную информацию и выполнить его проектирование в

автоматическом режиме. Наряду с анализом конструкций профилей колес и систем простановки размеров на их чертежах, который выполнен выше, рассмотрим также порядок ускоренного определения типа профиля колеса. Для этого можно предложить следующую последовательность шагов. В первую очередь необходимо обратить внимание на конфигурацию диска колеса, а также систему простановки размеров по диску и в зонах его соединения с ободом и ступицей.

Если информация о диске задана по его образующим с наружной и внутренней сторон колеса, то профиль колеса может быть 1-го или 4-го типа. Причем, если положение центров дуг или отдельных точек диска нормируется размерами относительно боковых поверхностей обода или торцевых поверхностей ступицы, то профиль колеса относится к 4-му типу (см. рис. 6а). Если указанных размеров нет, то необходимо рассмотреть зоны соединения диска с ободом и ступицей. Во многих случаях здесь указывается толщина диска L . Причем, размер L располагают на уровне одного из центров дуг сопряжений диска с ободом и ступицей. Профиль такого колеса относится к 1-му типу. Если этого размера L нет, а толщина диска определена путем нормирования положения центров дуг сопряжения (см. рис. 2г и 3д), то профиль колеса также относится к 1-му типу. Наличие одного или нескольких размеров, определяющих толщину диска не в зоне его соединения с ободом и ступицей, свидетельствует в этом случае о том, что профиль колеса относится к 4-му типу (см. рис. 6б).

Если образующие диска с наружной и внутренней сторон колеса выполнены отрезками прямых линий, то профиль колеса может относиться к 1-му, 2-му или 4-му типам (3-ий тип исключается). Порядок определения профилей колес 1-го типа изложен выше. В рассматриваемом случае он также применим. Если профиль колеса не относится к 1-му типу (см. рис. 6в), то необходимо проверить его на соответствие с 2-м типом путем сопоставления с схемами дисков, представленными на рис. 4. В том случае, когда ни одна из указанных схем не подходит, профиль относится к 4-му типу.

Если диск имеет осевую линию, состоящую из двух, трех или четырех дуг окружностей, по которой задана информация о диске, то профиль колеса может относиться к 3-му или 4-му типам (1-й и 2-й типы исключаются). У профилей колес 3-го типа зоны соединения диска с ободом и ступицей имеют схемы, показанные на рис. 2а и 3б соответственно. Из них следует, что в зонах соединения диска с ободом и ступицей указана толщина диска L . Встречающиеся на практике схемы дисков профилей колес 3-го типа представлены на рис. 5. В том случае, когда толщина диска в зоне его соединения с ободом и ступицей не задана или когда ни одна из указанных схем дисков не подходит, профиль колеса относится к 4-му типу

(см. рис. 6г).

Таким образом, созданы методологические основы и сама классификация профилей железнодорожных колес, которые необходимы для разработки метода и компьютерной программы автоматизированного проектирования профилей чистовых и черновых колес, а также калибровок валков и штампов. Предложено разделить сортамент профилей колес на четыре типа. Установлены характерные признаки профилей колес 1-го – 4-го типов и созданы библиотеки элементов профилей колес, необходимые для их проектирования. Предложенный подход, являясь достаточно гибким, позволяет охватить практически все известные конструкции железнодорожных колес.

Литература

1. Писаренко Ф.А., Долженков Ф.Е. Применение ЭВМ, оснащенных графическими дисплеями, для калибровок валков сложных фасонных профилей / Донецк, 1978. – 43 с. (Препр. / ИЭП АН УССР).
2. Возмищев Н.Е., Вайсбурд Р.А. Автоматизированное проектирование штампов для горячей объемной штамповки // Кузнечно-штамповочное производство. – 1997. – № 8. – С. 30–32.
3. Соломонов К.Н. Автоматизированное проектирование инструмента и технологий объемной штамповки (обзор) // Кузнечно-штамповочное производство. – 2003. – № 8. – С. 42–48.
4. Система ФОРМ – 2D и моделирование технологии горячей объемной штамповки / Г.Я. Гун, Н.В. Биба, А.И. Лишний и др. // Кузнечно-штамповочное производство. – 1994. – № 7. – С. 9–11.
5. Миленин А.А. Математическое моделирование и решение технологических задач прессования фасонных профилей // Сталь. – 1999. – № 8. – С. 57–60.
6. Яковченко А.В., Снитко С.А., Ивлева Н.И. Пути совершенствования компьютерных программ проектирования калибровок инструмента деформации для производства штамповано-катаных железнодорожных колес // Металл и литье Украины. – 2003. – № 6. – С. 30–35.
7. Компьютерное проектирование калибров и построение чертежей наклонных, нажимных и главных валков колесопрокатных станков / А.В. Яковченко, С.А. Снитко, Собхи Хасан, Н.И. Ивлева // Металл и литье Украины. – 2005. – № 1–2. – С. 26–30.

© Снитко С.А., Яковченко А.В., Ивлева Н.И. 2007