

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ ИНСТРУМЕНТА ФОРМОВОЧНОГО ПРЕССА ДЛЯ ШТАМПОВКИ КОЛЕСНЫХ ЗАГОТОВОК

Усовершенствован метод и разработана компьютерная программа проектирования сборочных чертежей прессового инструмента для штамповки колесных заготовок. Предусмотрена возможность автоматизированного включения в сборочный чертеж контуров деталей дополнительной оснастки, которые были изготовлены в процессе производства ранее освоенных колес.

Ключевые слова: *железнодорожное колесо; колесная заготовка, имеющая обод, диск и ступицу; формовочный пресс; сборочный чертеж прессового инструмента; компьютерная программа*

Постановка проблемы

Автоматизированное проектирование сборочных чертежей основного инструмента деформации и дополнительной оснастки для штамповки на современных формовочных прессах колесных заготовок, имеющих обод, диск и ступицу, которые необходимы для освоения новых высокоэффективных профилей железнодорожных колес, является актуальной научно-технической проблемой.

Анализ последних исследований и публикаций

В Украине и России производство железнодорожных колес освоено на ОАО «ИНТЕРПАЙП Нижнеднепровский трубопрокатный завод» («ИНТЕРПАЙП - НТЗ»), ОАО «Выксунский металлургический завод» («ВМЗ»), ОАО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат» (ОАО «ЕВРАЗ НТМК»). Известные методы проектирования прессо-прокатного инструмента рассмотрены в работах [1, 2]. Они применимы для условий ОАО «ИНТЕРПАЙП - НТЗ» и ОАО «ВМЗ», где при освоении новых колес необходимо проектировать и изготавливать только инструмент, который непосредственно контактирует с деформируемым металлом. На современных прессо-прокатных линиях [3 –5], в том числе на ОАО «ЕВРАЗ НТМК», установлены пресса новой конструкции, которые обладают более высокими техническими характеристиками, но при освоении новых колес требуют проектирования и изготовления как основного инструмента деформации, который контактирует с деформируемым металлом, так и дополнительной оснастки, которая с ним не контактирует. Проектирование такого инструмента возможно только на основе соответствующих сборочных чертежей. В работе [6] созданы научные основы и метод автоматизированного проектирования сборочных чертежей прессового инструмента применительно к современным прессам. К ним можно отнести, например, заготовочный и выгибной пресса силой 50 МН, а также формовочный пресс силой 90 МН, которые установлены на ОАО «ЕВРАЗ НТМК» (г. Нижний Тагил). В работе [6] также создана компьютерная программа проектирования сборочных чертежей прессового инструмента для осадки и разгонки колесных заготовок. В процессе автоматизированного проектирования сборочных чертежей основного инструмента деформации и дополнительной оснастки для штамповки на современных формовочных прессах колесных заготовок, имеющих обод, диск и ступицу, рационально основываться на базовых положениях работы [6].

Цель и задачи исследований

Настоящая работа посвящена усовершенствованию метода и разработке компьютерной программы автоматизированного проектирования сборочных чертежей основного инструмента деформации и дополнительной оснастки для штамповки на современных формовочных прессах колесных заготовок, имеющих обод, диск и ступицу.

Основной материал исследований

Проектирование сборочного чертежа основного инструмента деформации и дополнительной оснастки формовочного пресса выполняется после разработки соответствующей калибровки [2, 7]. Верхняя и нижняя части схемы сборочного чертежа для современного формовочного пресса представлены на рис. 1, 2.

Метод проектирования сборочных чертежей требует учета нескольких групп информации. Во-первых, известной исходной информации (базовой), которая задается в таблицах на рис.1, 2, расположенных под верхним и нижним штампами. Она содержит базовые размеры проектируемых деталей и размеры штамподержателей. Во-вторых, также известной дополнительной цифровой информации по каждому контуру основного инструмента деформации и дополнительной оснастке, но только той, которая не влияет на габаритные размеры деталей (размеры фасок, отверстий, выступов, выемок, закруглений, уклонов, а также зазоры между деталями). В третьих, цифровой информации по предварительно разработанным в окнах компьютерной программы калибровкам, представляющим собой контуры радиальных сечений деформируемых на прессах колесных заготовок. Недостающая информация по габаритным, а также взаимосвязанным с ними размерам деталей рассчитывается по разработанным формулам, которые учитывают взаимозависимость размеров контуров деталей сборочных чертежей. Для их получения вся информация берется непосредственно из таблиц базовой и дополнительной информации, а также калибровок по инструменту деформации для формовочного пресса.

Рассмотрим величины (см. рис. 3), которые относятся к дополнительной информации:

$B, P1, Q1, G, E1$ – дополнительная информация для верхнего центровочного кольца;

A – дополнительная информация для формовочного кольца;

T, E, Y, F, P – дополнительная информация для платика верхнего;

$z1$ – дополнительная информация для центрователя оправки (зазор);

h – дополнительная информация для верхней оправки.

С учетом указанных величин получены зависимости для расчета габаритных размеров инструмента сборочного чертежа верхнего штампа формовочного пресса:

$D1$ - внутренний диаметр верхнего платика (назначается на основе базовой информации);

$D2$ – наружный диаметр верхнего платика (назначается на основе базовой информации);

$D3$ – наружный диаметр верхнего центровочного кольца (назначается на основе базовой информации);

$D4=D3-2*B$ – вычисляемый внутренний диаметр верхнего монтажного кольца;

$D5=D2-(P1+Q1)*2$ – вычисляемый наружный диаметр формовочного кольца ($P1$ и (или) $Q1$ могут равняться нулю);

$D6=D5-2*G$ – вычисляемый внутренний диаметр верхнего центровочного кольца;

$D7$ – наибольший диаметр по внутренней стороне формовочного кольца (определяется из калибровки);

$D8=D2-2*P$ – вычисляемый наибольший наружный диаметр верхнего штампа;

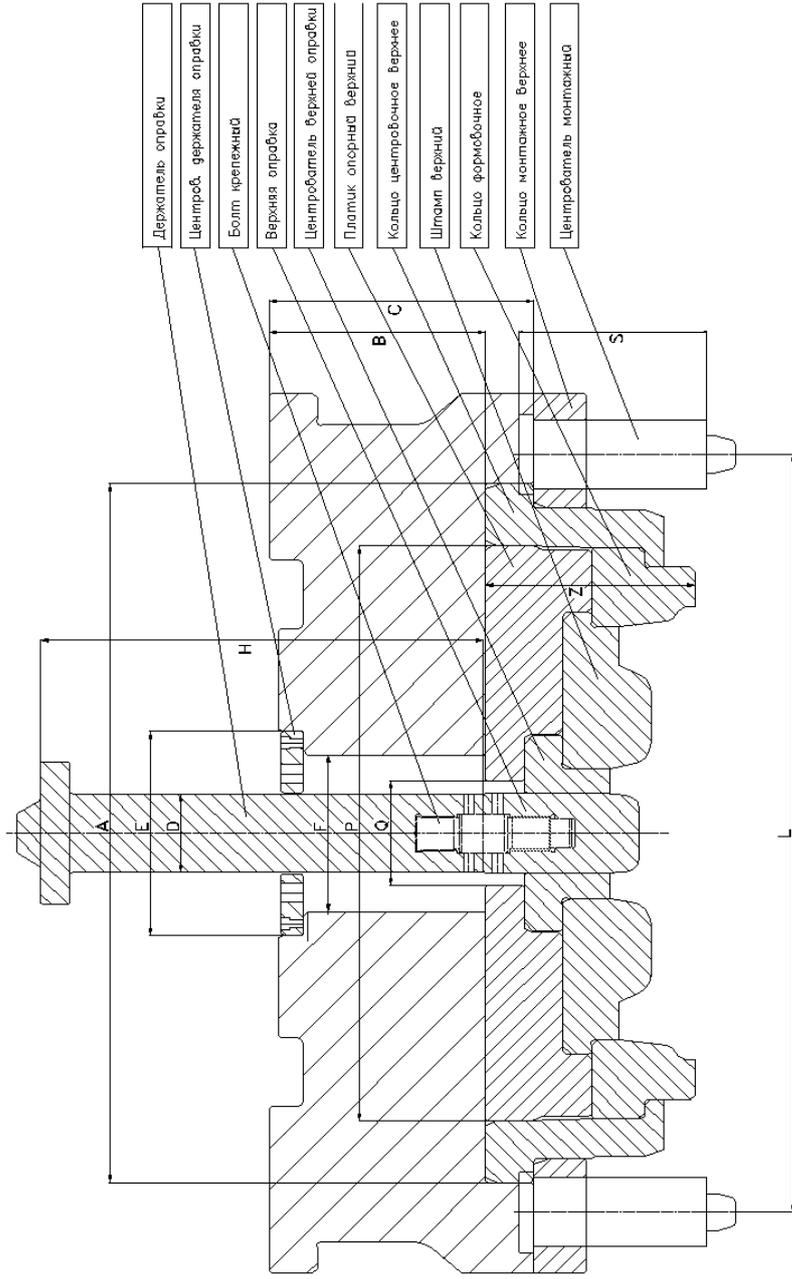
$D9, D10$ - наружные диаметры верхнего штампа (определяются из калибровки);

$D11= D1+2*F$ – вычисляемый внутренний диаметр верхнего платика;

$D12= D11 -2*z$ - вычисляемый наружный диаметр центрователя оправки;

$D13$ - внутренний диаметр верхнего штампа (определяется из калибровки);

D – диаметр оправки (определяется из калибровки);



1

Максимальный ход траверсы

1500

Дополнительные размеры

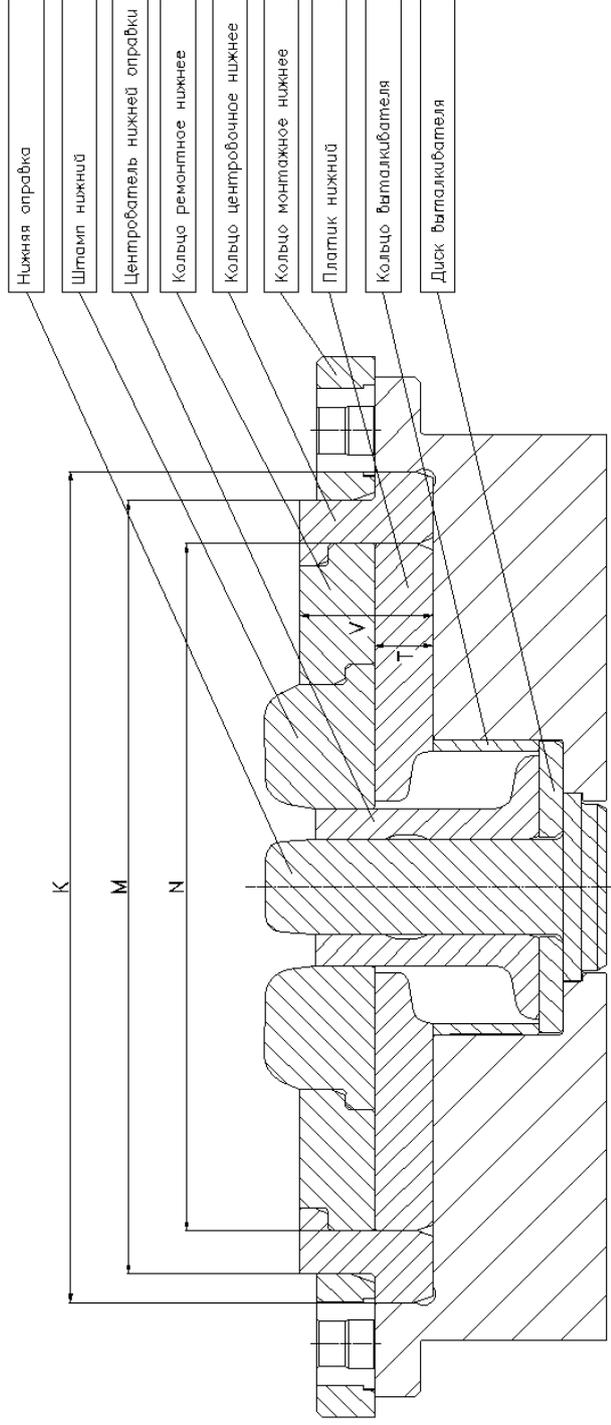
Выбор инструмента из набора

A (мм)	B (мм)	C (мм)	E (мм)	F (мм)	D (мм)	H (мм)	P (мм)	Q (мм)	S (мм)	L (мм)	Z (мм)
1470	450	550	430	330	165	920	1210	220	390	1650	440

Выполнить <<Назад

Рисунок 1 – Схема верхнего штампа формовочного пресса и таблица базовой информации

НИЖНИЙ ШТАМП



Максимальный код траверсы

1500

K (мм)	M (мм)	N (мм)	T (мм)	Y (мм)
1450	1350	1200	100	230

Дополнительные размеры

Выбор инструмента из набора

Выполнить

<<Назад

Рисунок 2 – Схема нижнего штампа формовочного пресса и таблица базовой информации

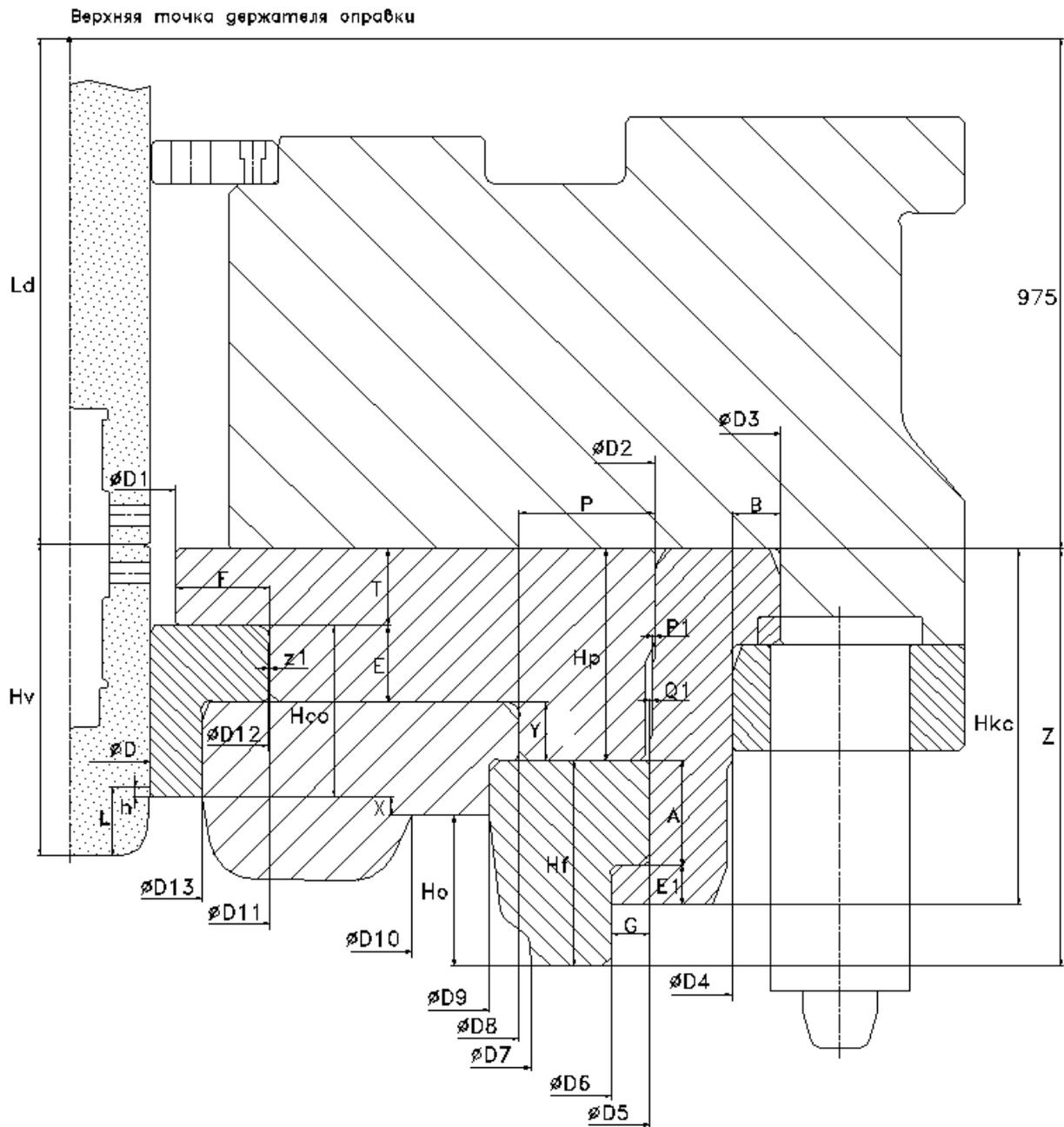


Рисунок 3 – Схема размеров инструмента сборочного чертежа формовочного пресса (верхний штамп)

$H_p = T + E + Y$ – вычисляемая высота верхнего платика ;

$H_{kc} = H_p + A + E_1$ – вычисляемая высота верхнего центровочного кольца;

$H_f = Z - H_p$ – вычисляемая высота формовочного кольца, где Z -базовая информация;

$H_{co} = Z - H_o - X - T$ – вычисляемая высота центрователя оправки, где H_o , X определяются из калибровки;

$H_v = 975 + Z - H_o - X - h + L - L_d$ – вычисляемая высота верхней оправки, где L_d – расстояние от верхней точки держателя оправки до его основания; L – определяется из калибровки.

На рис. 4. представлена схема размеров инструмента сборочного чертежа формовочного пресса для нижнего штампа.

Также получены зависимости для определения габаритных размеров инструмента сборочного чертежа нижнего штампа:

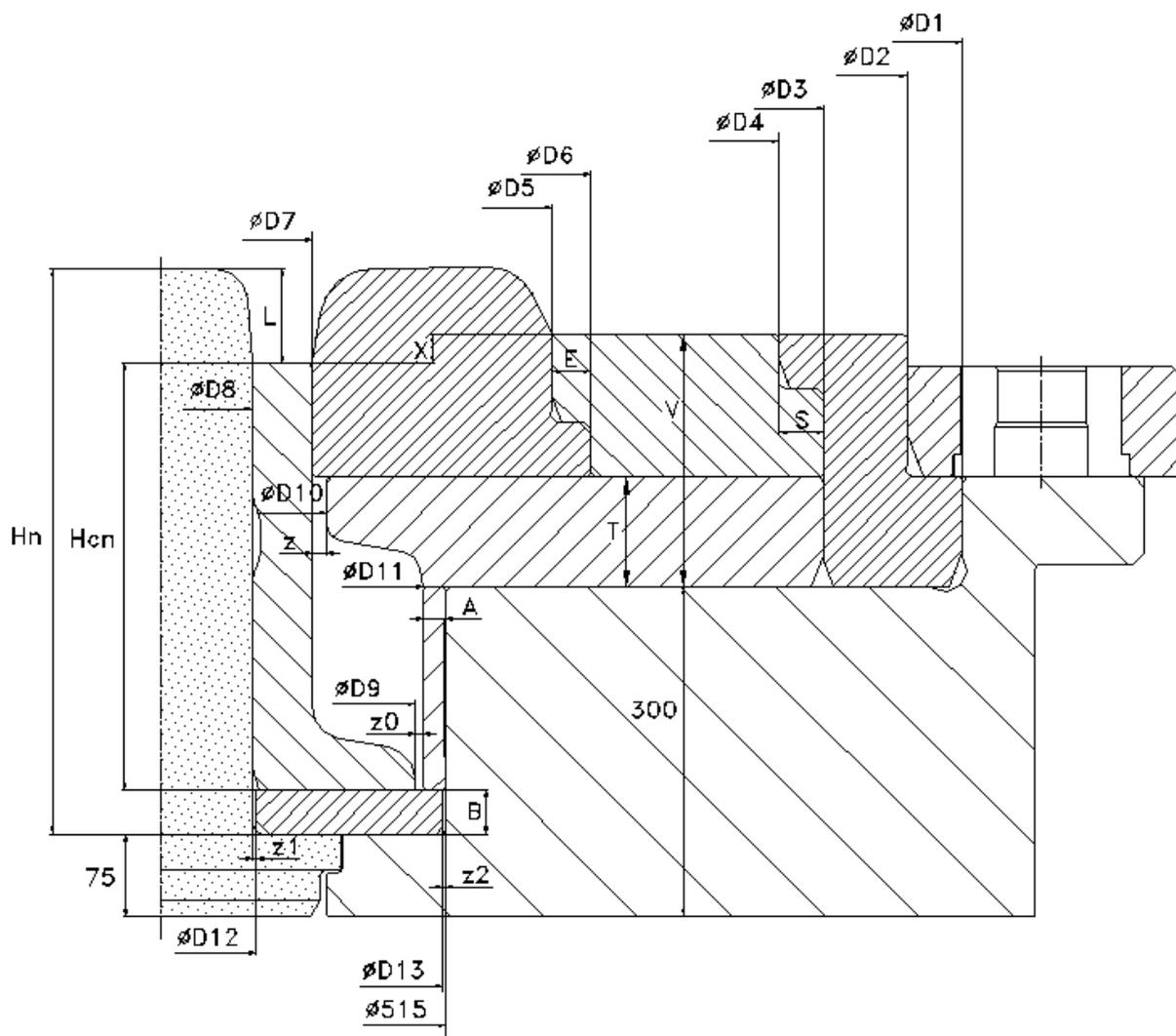


Рисунок 4 – Схема размеров инструмента сборочного чертежа формовочного пресса (нижний штамп)

D1 – наружный диаметр нижнего центровочного кольца (назначается на основе базовой информации);

D2 – внутренний диаметр нижнего монтажного кольца (назначается на основе базовой информации);

D3 – наружный диаметр нижнего ремонтного кольца (назначается на основе базовой информации);

D4 = $D3 - 2 \cdot S$ – вычисляемый внутренний диаметр нижнего центровочного кольца, где S – дополнительный размер нижнего центровочного кольца;

D5 – внутренний диаметр нижнего ремонтного кольца (определяется из калибровки);

D6 = $D5 + 2 \cdot E$ – вычисляемый наружный диаметр нижнего штампа, где E – дополнительный размер нижнего штампа;

D7 – внутренний диаметр нижнего штампа (определяется из калибровки);

D8 – внутренний диаметр нижней оправки (определяется из калибровки);

D9 = $515 - 2 \cdot (A + z0)$ – вычисляемый наружный диаметр центрователя нижней оправки, где A – дополнительный размер кольца выталкивателя, z0 – дополнительный размер центрователя (зазор);

$D10=D7+2*z$ –вычисляемый наименьший внутренний диаметр нижнего платика, где z – дополнительный размер (зазор);

$D11=515-2*A$ – вычисляемый наибольший внутренний диаметр нижнего платика;

$D12=D8+2*z1$ –вычисляемый внутренний диаметр диска выталкивателя;

$D13=515-2*z2$ –вычисляемый наружный диаметр диска выталкивателя, где $z1, z2$ – дополнительные размеры диска выталкивателя (зазоры);

$H_{cn}=300+V-X-(75+B)$ – вычисляемая высота центрователя нижней оправки, где V – базовая информация, X –определяется из калибровки, B –дополнительный размер диска выталкивателя;

$H_n=H_{cn}+B+L$ – вычисляемая высота нижней оправки, где L – определяется из калибровки.

Метод, разработанный в работе [6] для проектирования сборочных чертежей прессового инструмента, усовершенствован за счет включения в него представленной выше последовательности определения недостающих габаритных размеров деталей и новых формул применительно к штамповке колесных заготовок на формовочных прессах.

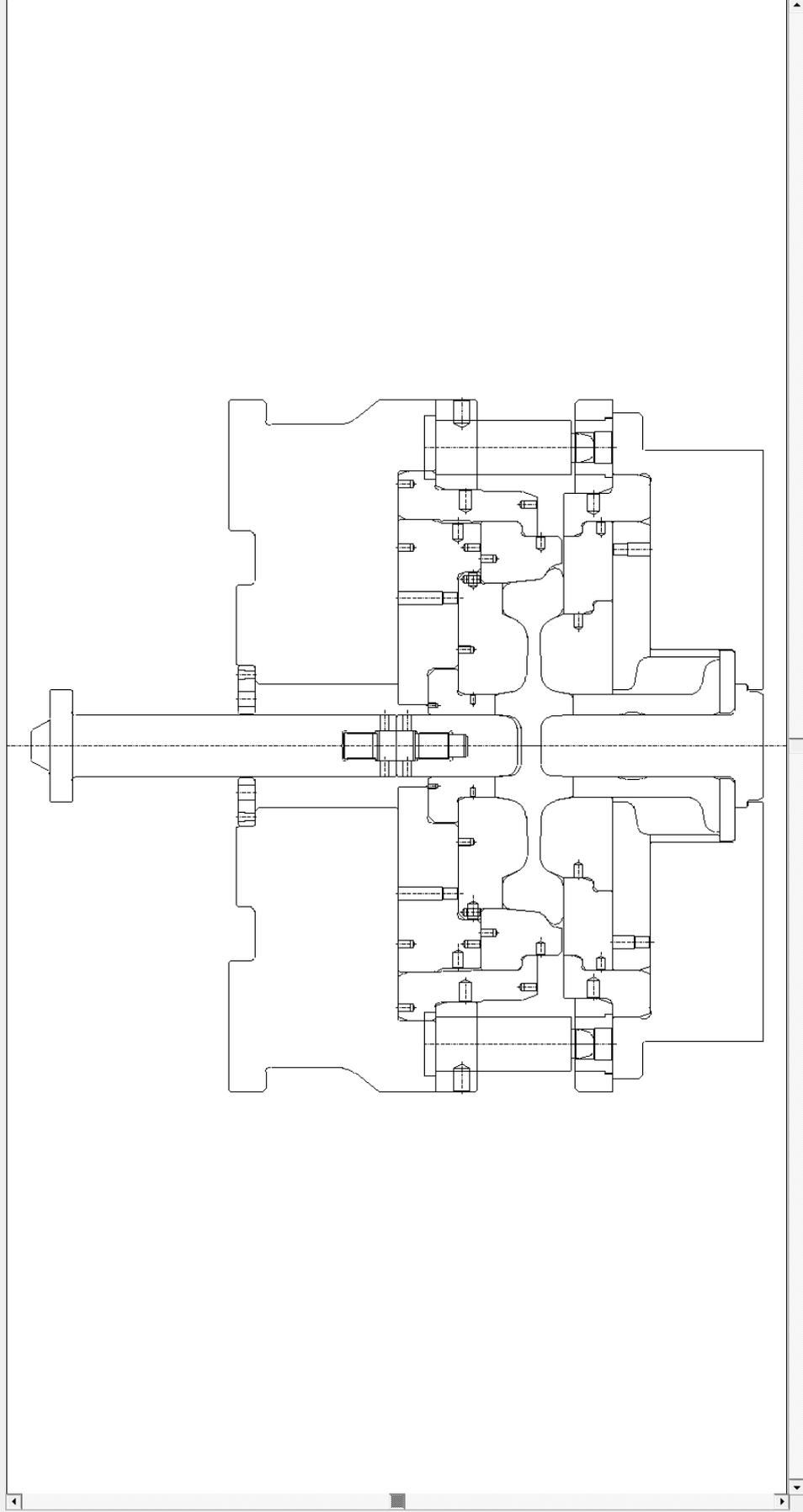
Предложенный в работе [6] метод проектирования сборочных чертежей предусматривает проектирование контуров каждой из показанных на рис. 1, 2 деталей в своей системе координат. Затем все контуры перемещаются на соответствующие места, как относительно штамподержателей, так и с учетом их взаимного расположения. Перемещение обеспечивается преобразованием координат точек контуров. В итоге проектируется сборочный чертеж, контрольное построение которого показано на рис. 5. Он однозначно определяет контуры основного инструмента и дополнительной оснастки, представленные на рис. 6, 7: 1 - держатель оправки; 2 - оправка верхняя; 3 - болт крепежный; 4 - центрователь держателя оправки; 5 - кольцо центровочное верхнее; 6 - пластик опорный верхний; 7 - центрователь верхней оправки; 8 - кольцо формовочное; 9 - кольцо монтажное верхнее; 10 - центрователь монтажный; 11 - штамп верхний; 12 - оправка нижняя; 13 - диск выталкивателя; 14 - кольцо выталкивателя; 15 - центрователь нижней оправки; 16 - кольцо центровочное нижнее; 17 - пластик нижний; 18 - кольцо ремонтное нижнее; 19 - штамп нижний; 20 - кольцо монтажное нижнее.

На базе метода [6] предусмотрено проектирование сборочных чертежей в режиме учета имеющегося в цехе инструмента, что дает возможность задавать в качестве исходной информации габаритные размеры уже имеющихся в цехе деталей, и, соответственно, использовать их повторно. Для этого пригодны детали, которые не контактируют с формуемой колесной заготовкой.

Выводы

Усовершенствован метод и разработана компьютерная программа проектирования сборочных чертежей основного инструмента деформации и дополнительной оснастки для штамповки на современных формовочных прессах колесных заготовок, имеющих обод, диск и ступицу, которые необходимы для освоения новых высокоэффективных профилей железнодорожных колес. Возможно проектирование сборочных чертежей в режиме учета имеющихся в цехе деталей дополнительной оснастки, что позволяет задавать в качестве исходной информации их габаритные размеры и, соответственно, использовать повторно. Предусмотрена визуализация проектируемого сборочного чертежа, а также возможность его передачи вместе с контурами прессового инструмента в графический редактор Autocad. Усовершенствованный метод и разработанная компьютерная программа позволяют снизить трудоемкость расчетных и графических работ.

КОНТРОЛЬНОЕ ПОСТРОЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ПРЕССА R9000



Исходное положение
шланга/радиатора

Ход траверсы
(мм) 652,50

Зазор между магальми
магальки и шпинит
магальки/кошары 10,00

Сборочный чертеж

<Назад

Рисунок 5 - Контрольное построение сборочного чертежа инструмента формовочного пресса

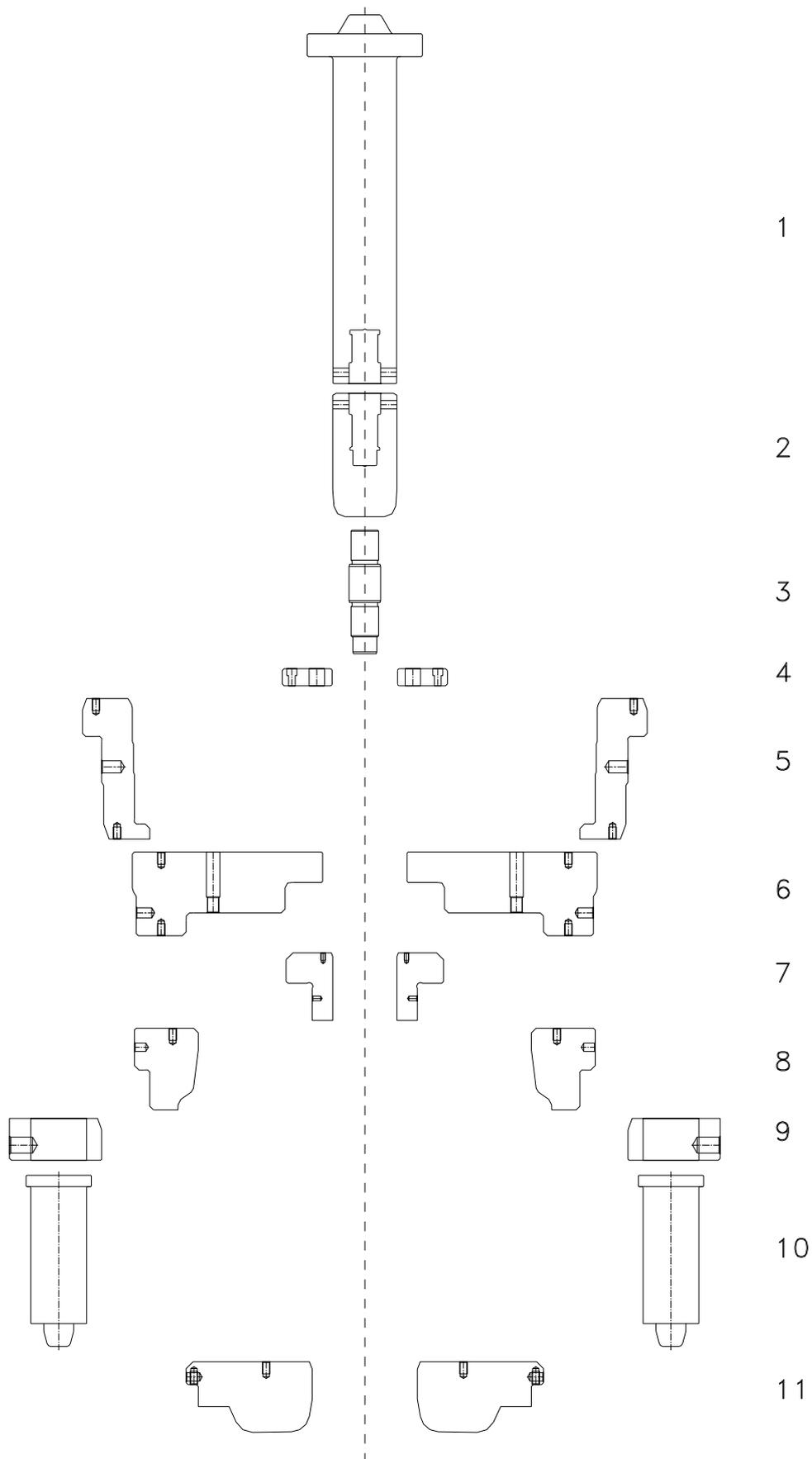


Рисунок 6 – Контуры основного инструмента (2, 7, 8, 11) и дополнительной оснастки (1, 3, 4, 5, 6, 9, 10) сборочного чертежа по верхнему штампу

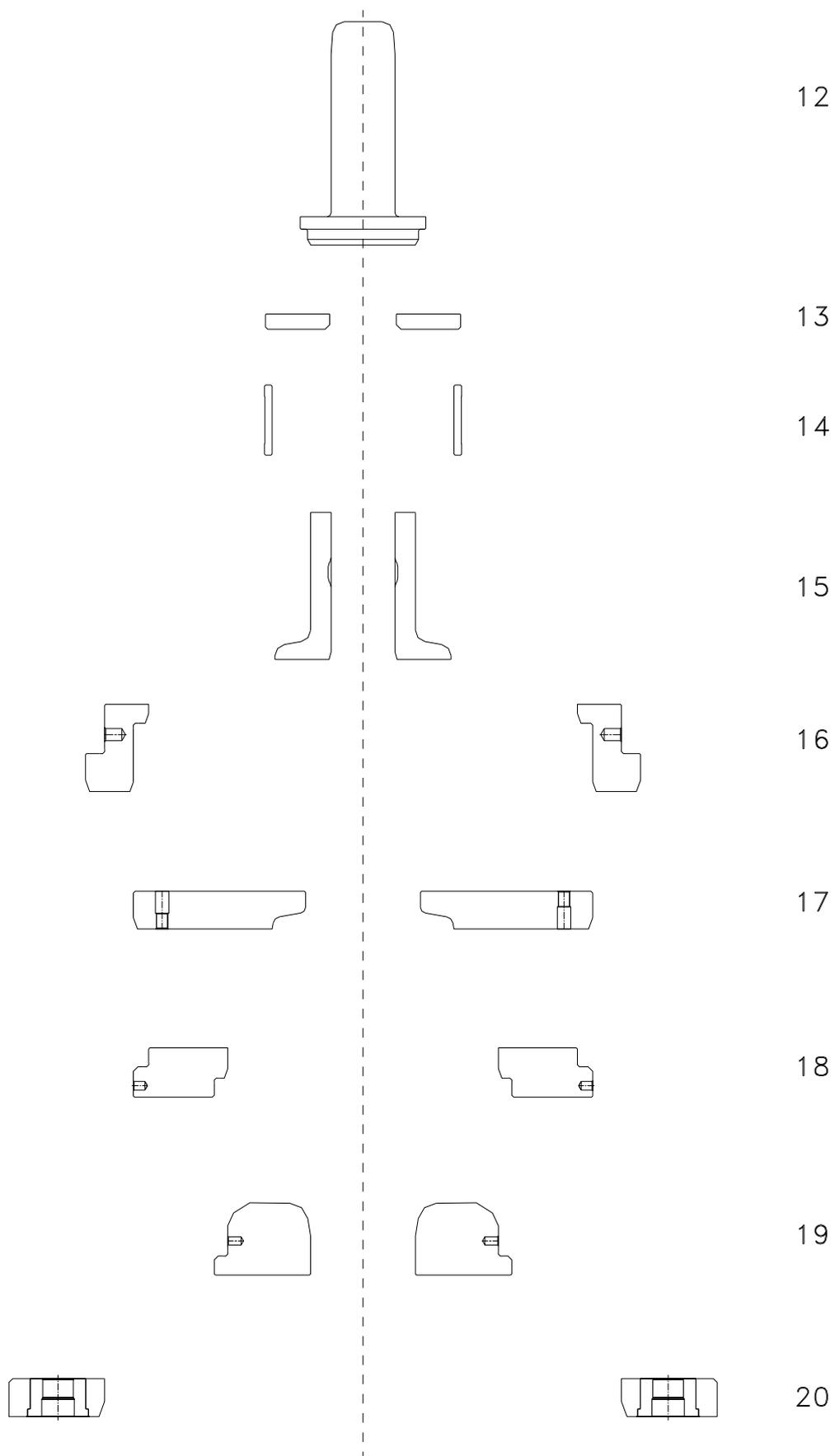


Рисунок 7 – Контуры основного инструмента (12, 15, 18, 19) и дополнительной оснастки (13, 14, 16, 17, 20) сборочного чертежа по нижнему штампу

Список литературы

1. Шифрин М.Ю. Производство цельнокатаных колес и бандажей / М.Ю. Шифрин, М.Я. Соломович. - М.: «Металлургиздат», 1954. – 501с.
2. Яковченко, А.В. Проектирование профилей и калибровок железнодорожных колес : монография / А.В. Яковченко, Н.И. Ивлева, Р.А. Голышков. – Донецк: ДонНТУ, 2008. – 491с.
3. Konnerth Uwe. Forging and Rolling of Railway Wheels – Advanced Turn Key Solutions / Uwe Konnerth // 17th International Wheel Set Congress, 22- 27 September 2013, Ukraine, Kiev, 2013. – Proceedings. – P. 143 – 158.
4. Wang Yanju. Research on Hot Forging Process of C-grade Steel Train Wheel by FEM / Yanju Wang, Gang Fang // Advanced Materials Research. – 2011. – Vols. 160 – 162. - P. 492 – 497.
5. Kushnarev A.V. Production of high-quality railroad wheels / A. V. Kushnarev, A. A. Bogatov, A. A. Kirichkov, Yu. P. Petrenko // Steel in Translation. – March 2010. – Volume 40 –Issue 3. – P. 268-272.
6. Снитко С.А. Теоретические основы автоматизированного проектирования сборочных чертежей пресового инструмента для осадки и разгонки колесных заготовок / С.А. Снитко, А.В. Яковченко, Н.И. Ивлева // Наукові праці ДонНТУ. Металургія: Зб. наук. пр. – Донецьк, 2013. – Вип. 1 (16) - 2(17). – С. 209 – 225.
7. Снитко С.А., Яковченко А.В., Ивлева Н.И. Анализ соотношений между радиальными и осевыми обжатиями обода при прокатке черновых колес // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2008.– № 6(124). – Ч. 1. – С. 129–139.