

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ШТАМПОВКИ КОЛЁСНЫХ ЗАГОТОВОК НА СОВРЕМЕННЫХ ПРЕССОПРОКАТНЫХ ЛИНИЯХ

Тулский А.Е., Снитко С.А.

Донецкий национальный технический университет

Актуальным вопросом для современного колесопрокатного производства является обеспечение стабильности размеров штампованно-катаных колес.

На ОАО «НТМК» производство железнодорожных колес осуществляется по современной технологической схеме: применяется высококачественная непрерывнолитая заготовка, заготовка раскраивается на пилах холодной резки, нагревается с минимальным окалинообразованием в печи и применяется гидросбив окалины. Формоизменение нагретой заготовки осуществляется на прессах предварительной и окончательной штамповки, прокатки штампованной заготовки на колесопрокатном стане, прессовой калибровки колеса с прошивкой и выгибкой диска [1].

В данной работе рассмотрены технологии штамповки заготовок черновых колес по технологиям, разработанным SMS Eumiso и ОАО «Евраз НТМК» [1]. Выполнено моделирование многопереходного процесса штамповки колесных заготовок.

Моделирование выполнено с учетом процессов теплообмена обрабатываемого металла с окружающей средой, как при деформации, так и во время междеформационных пауз, а также с учетом теплового эффекта пластической деформации. Используемые пластические и теплофизические свойства стали соответствовали стали 60. Для заготовки использовали пластическую модель материала. Для моделирования прессового инструмента была выбрана жесткая недеформируемая модель материала.

При моделировании был использован автоматический режим генерации конечно-элементной сетки. При этом достаточно корректно учитывалось условие непроницаемости металла заготовки сквозь стенки инструмента, а также условие несжимаемости.

Основываясь на вышеизложенном было произведено математическое моделирование процессов осадки, разгонки, формовки в штампах колесных заготовок по технологиям, разработанным SMS Eumiso и ОАО «Евраз НТМК». Исходные данные для моделирования по деформационным, силовым и скоростным параметрам штамповки вышеуказанных заготовок черновых колес задавались на основе литературных источников [2, 3]. Температура штампов принята постоянной и равной 500°C, температура выдачи заготовок из печи – 1280°C [2].

На первом этапе исследований было выполнено моделирование температурного поля заготовки в результате остывания на воздухе при ее транспортировке (время транспортировки – 20 с.) по рольгангу от печи к прессу силой 50 МН, распределение температур в заготовке после ее транспортировки

и выдержки (время выдержки – 5 с.) на нижней плите прессы 50 МН представлено на рисунке 1.

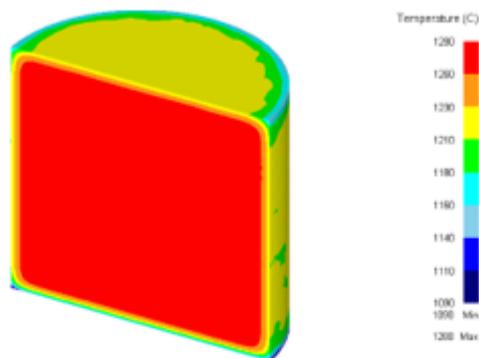


Рисунок 1 - Заготовка после транспортировки, выдержки на нижней плите прессы 50 МН

Результаты моделирования процесса черновой штамповки заготовок, представлены на рисунке 2. Средняя температура металла на поверхности заготовки перед осадкой составляет 1200°C.

По технологии ОАО «Евраз НТМК» (рис. 2а) черновая штамповка представляет собой процесс

осадки заготовки гладкими плитами в верхнем плавающем калибровочном кольце. По технологии SMS Eumiso – это штамповка с нижней конусной плитой (операция разгонки) и верхним формовочным штампом (формирование односторонней ступицы, которая обеспечивает самоцентрировку заготовки в формовочных штампах.

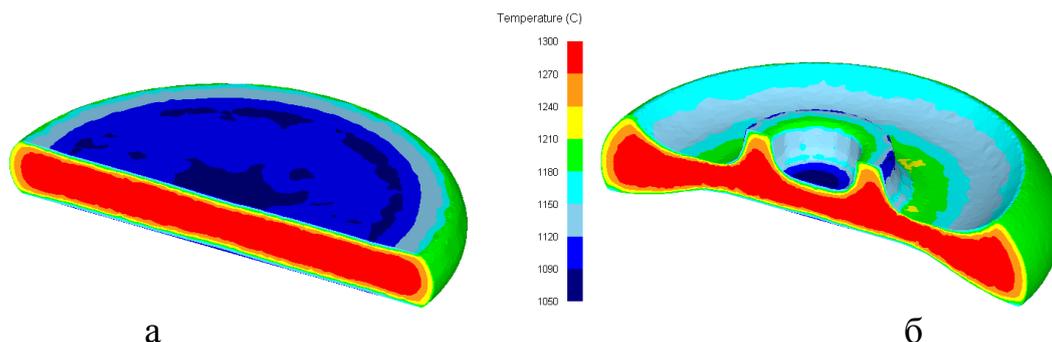


Рисунок 2 - Заготовка после черновой штамповки прессы 50 МН по технологии ОАО «Евраз НТМК» (а) и SMS Eumiso (б)

Стоит отметить, что при почти одинаковом времени процесса черновой штамповки, сила осадки (50 МН) в первом случае (рис. 2а) почти в 2 раза больше, чем во втором случае и составляет 49 МН (рис. 2б).

Отсутствие возможности разгонки металла (рис. 2а) приводит к необходимости реализации преимущественно односторонней схемы течения металла в формовочных штампах, вызванной необходимостью перемещения излишков металла из зоны ступицы в зону обода. Однако стоит отметить то, что благодаря наличию плавающего калибровочного кольца, в первом случае, удастся добиться отсутствия асимметрии заготовки после прессы силой 50 МН.

Преимуществом технологии SMS Eumiso является наличие открытых штампов, что уменьшает силовые параметры черновой штамповки, т.к. такие штампы практически не ограничивают радиальное течение металла; возможность выполнения операции разгонки для распределения металла между центральной частью заготовки и периферией; возможность фасонирования заготовки, что позволяет центровать заготовку на следующем прессе [3].

После операции черновой штамповки заготовка подается (время транспортировки – 20 с.) на формовочный пресс силой 90 МН. На рисунке 3 представлено распределение температуры в заготовке после ее транспортировки к прессу 90 МН и выдержки на нижнем штампе (время выдержки – 5 с.).

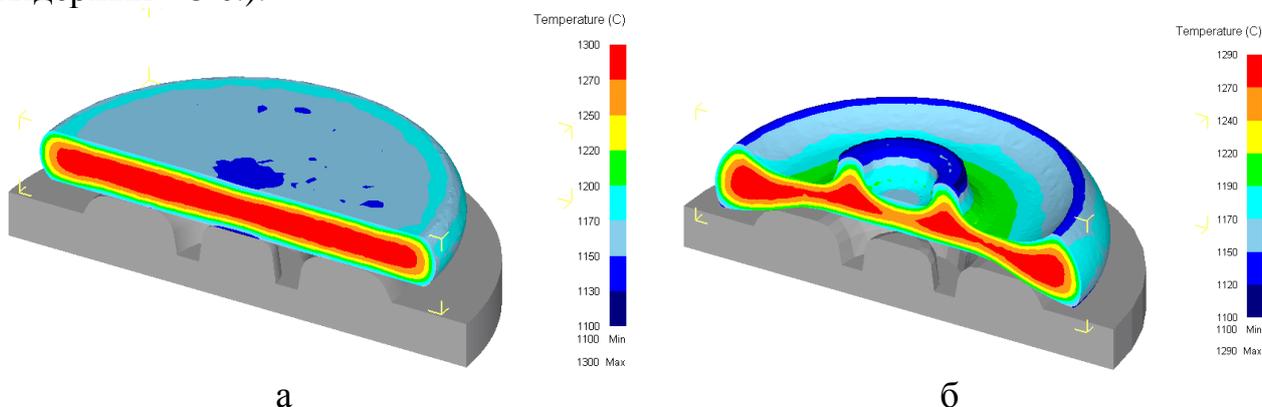


Рисунок 3 - Заготовка после транспортировки, выдержки на нижней плите пресса 90 МН по технологии ОАО «Евраз НТМК» (а) и SMS Eumiso (б)

Средняя температура металла на поверхности заготовки перед формовкой в штампах составляет 1150°C (рис. 4а) и 1180°C (рис. 4б). Результаты моделирования процесса формовки заготовки на прессе силой 90 МН представлены на рисунке 4.

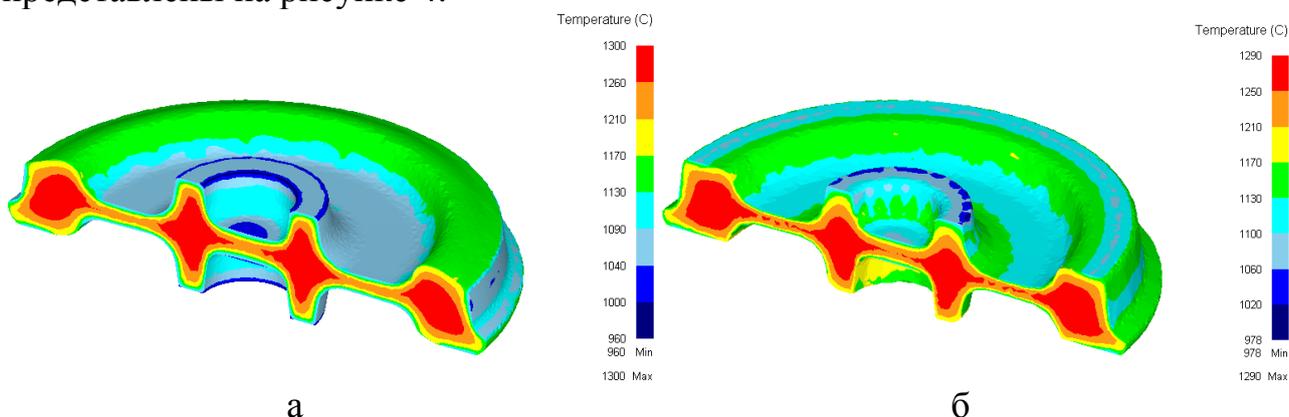


Рисунок 4 - Заготовка после чистой штамповки пресса 90 МН по технологии ОАО «Евраз НТМК» (а) и SMS Eumiso (б)

В первом случае (рис. 4б) сила штамповки составила 100МН. Более низкое значение силы формовки (~80МН) во втором случае (рис. 4б) объясняется тем, что выполненные операции разгонки металла и односторонней формовки ступицы на прессе 50 МН обеспечили выполнение ступицы (рис. 4б) и позволили снизить усилие на перетекание металла из центральной части штампов в периферийную.

Полученные при моделировании значения сил штамповки, температурных полей заготовок и параметров их формоизменения хорошо согласуются с данными литературных источников, основанных на результатах промышленного производства железнодорожных колес [4].

Также, путем сдвига заготовки на 5 мм вправо относительно центра штампов на прессе 50 МН, была смоделирована ситуация неточной установки заготовки по оси прессы, связанная с косиной реза и овальностью исходных заготовок.

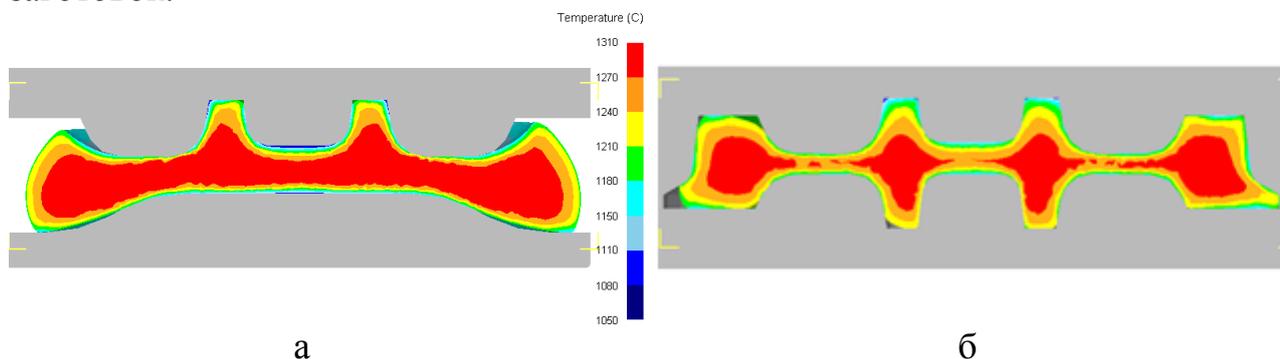


Рисунок 5 – Моделирование ситуации неточной установки заготовки в штампах и овальности заготовки на прессе 50 МН (а) и прессе 90 МН (б)

Сила осадки на прессе 50 МН, в данной ситуации, практически не отличается от стандартного процесса осадки. Однако, на прессе 90 МН отчетливо видно влияние вышеописанных дефектов заготовки. На рисунке 5б можно отметить переполнение правой части штампов и не заполнение левой, что привело к увеличению необходимой для формовки силы до величины ~140 МН.

Вышеуказанные дефекты значительно влияют на технологический процесс производства железнодорожных колес, т.к. их влияние на форму колес в каждой промежуточной операции зачастую приводит к неисправимым дефектам заготовок, что и явилось причиной перехода ОАО «Евраз НТМК» на новую технологию. Вместе с тем, актуально выполнение исследований в направлении разработки технологии штамповки, обеспечивающей выполнение разгонки осаженной заготовки и исправление ее асимметрии.

Литература:

1. Кушнарёв А.В. Совершенствование технологии производства железнодорожных колес на основании математического моделирования процесса формоизменения металла при штамповке / А.В. Кушнарёв, А.А. Богатов, А.А. Киричков // «Трансмет – 2007». – 2008. – С. 253-255.
2. Снитко С.А. Конечно-элементное моделирование многопереходного процесса деформирования заготовок при производстве железнодорожных колес / С.А. Снитко, В.Л. Калюжный // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». – Київ: НТУУ «КПІ», 2010. – Вип. 62. – С. 53-62.
3. Кушнарёв А.В. Новая технология производства высококачественных железнодорожных колес / А.В. Кушнарёв, А.А. Богатов, А.А. Киричков и др. // Сталь. – 2010. - №3. – С. 58-62.
4. Кушнарёв А.В. Выбор рационального соотношения обжатий при штамповке и прокатке железнодорожных колес / А.В. Кушнарёв, А.А. Богатов, В.А. Кропотов // Производство проката. – 2010. - №3. – С. 21-24.