

# МОДЕЛИРОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПУТЕВОГО ШУРУПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА DEFORM-3D

Кинзин Д.И. – кандидат технических наук, Рычков С.С.  
 ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия.

Производство высококачественного крепежа на отечественных предприятиях для железнодорожных путей, на которых задействованы скоростные поезда – одна из задач, требующих решения в соответствии с «Комплексной программой обеспечения долгосрочных потребностей ОАО «РЖД» в материалах верхнего строения пути на период 2009-2030 годы». Лидером в производстве крепежа такого типа является немецкая компания «Vossloh», по техническим требованиям которой ОАО «ММК-Метиз» планирует производить путевые шурупы для скоростных железных дорог.

В данной работе рассмотрен процесс высадки путевого шурупа Ss35 в соответствии со стандартом DBS 918 024 в условиях ОАО «ММК-Метиз». Он состоит из четырех операций: первичное формирование головки шурупа, проталкивание через холостые ролики, предварительная и окончательная высадка заготовки.

Особенностью технологии, применяемой на ОАО «ММК-Метиз», является высадка заготовки в холодном состоянии, без предварительного нагрева, а также применение в процессе формирования головки проталкивания через холостые ролики.

Недостаток текущей технологии производства путевого шурупа – невыполнение требований стандартов по притуплению ребер прямоугольной части головки шурупа (Рисунок 1а).

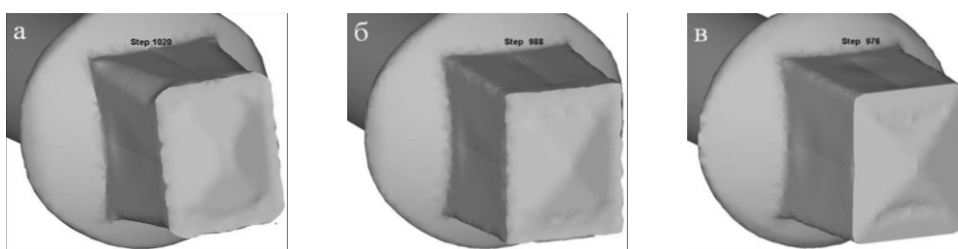


Рисунок 1 – Результаты моделирования высадки путевого шурупа в DEFORM-3D.

а – при использовании матриц и пуансонов ОАО «ММК-Метиз»; б – после внесения изменений в форму инструмента 1-й операции; в – после внесения изменений в форму инструмента в 1-й, 3-й и 4-й операциях.

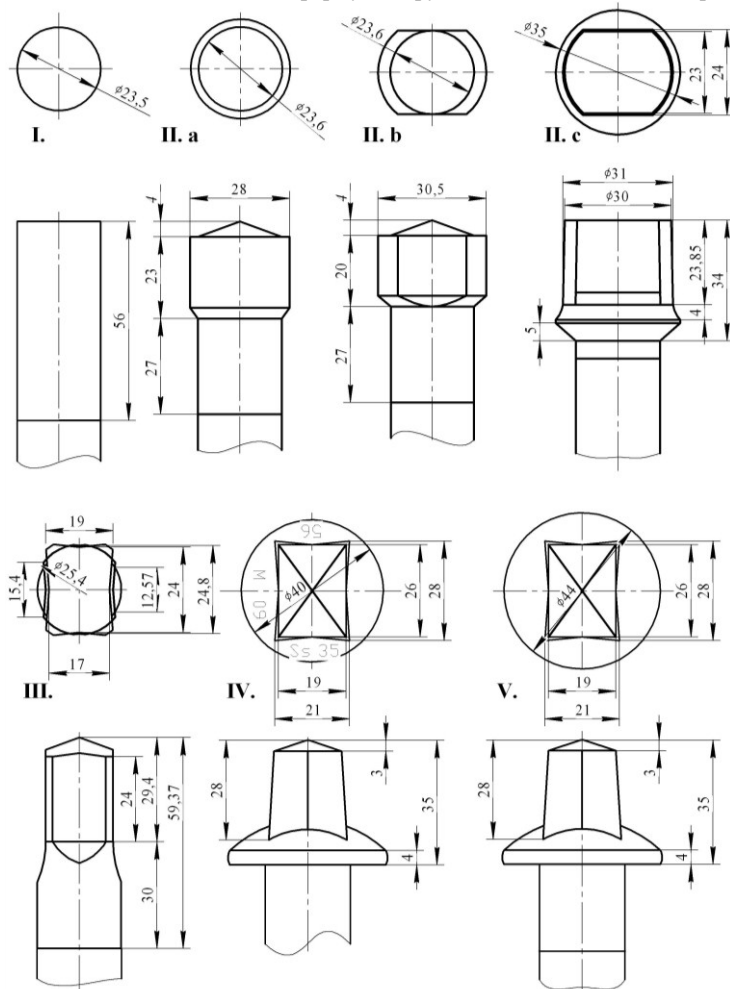


Рисунок 2 – Технология высадки путевого шурупа на предприятии ОАО «ММК-Метиз».

I – Заготовка; II. а, III, IV, V – форма заготовки после 1-4-й операций соответственно по данным ММК-Метиз; II. б – 1-й вариант формы заготовки после 1-й операции; II. с – 2-й вариант формы заготовки после 1-й операции.

Для решения данной проблемы было проведено моделирование процесса методом конечных элементов с использованием программного комплекса DEFORM-3D. При этом был принят ряд допущений: процесс считался изотермическим, инструмент (матрицы и пуансоны) несжимаемыми, материал заготовки – однородный, изотропный (аналог стали 15 – AISI 1015), деформируемая среда – упругопластическая, процесс – симметричный (использование плоскостей симметрии при моделировании  $\frac{1}{4}$  заготовки).

Перед внесением каких-либо изменений в геометрию инструмента было проведено моделирование всех стадий высадки по технологии, используемой на ОАО «ММК-Метиз» (Рисунок 2 – II а, III, IV, V). Сравнение полученных результатов с опытными образцами подтвердило адекватность используемой модели.

В процессе моделирования установили, что невыполнение требований по притуплению углов – следствие неудовлетворительной формы заготовки после первой операции. Форма заготовки перед второй операцией – проталкиванием через холостые ролики – не обеспечивала заполнение углов калибра (Рисунок 3а).

Чтобы улучшить заполнение, была изменена форма инструмента первой операции, а именно был увеличен диаметр цилиндра будущей головки шурупа с 28 мм до 30,5 мм и уменьшена его высота с 23 до 20 мм (Рисунок 2 – II. б). Усеченная форма цилиндра повысила стабильность процесса проталкивания, уменьшила неравномерность деформации. Как видно из рисунка 3б эти изменения позволили значительно улучшить заполнение калибра роликов 2-й операции и обеспечить выполнение требований по притуплению ребер (Рисунок 1б).

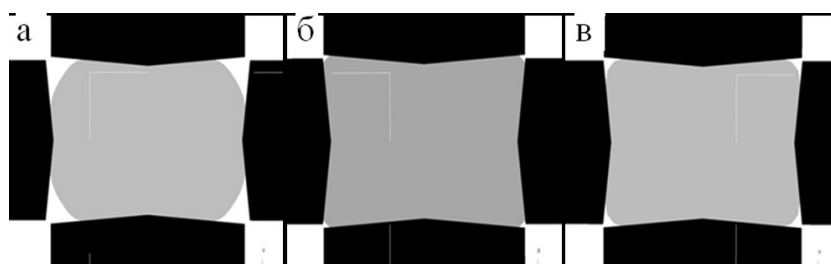


Рисунок 3 – Заполнение калибра при проталкивании через холостые ролики – 2-я операция. а – по данным ОАО «ММК-Метиз»; б – 1-й вариант геометрии пуансона 1-й операции; в – 2-й вариант геометрии пуансона 1-й операции.

Таким образом, был обеспечен результат после внесения минимальных изменений в геометрию существующего на ОАО «ММК-Метиз» инструмента.

На дальнейшем этапе форму инструмента модифицировали таким образом, чтобы повысить стойкость оборудования в процессе работы и снизить вероятность его повреждения в случае ошибки оператора, с учетом рекомендаций техотдела ОАО «ММК-Метиз». Была переработана геометрия пуансонов 1-й (Рисунок 2 – II. с), 3-й и 4-й операций. При этом заполнение калибра 2-й операции и окончательная форма ребер головки шурупа несколько ухудшились (Рисунок 3в и Рисунок 1в соответственно).

Внесение изменений в существующую технологию привело к повышению усилий на всех стадиях процесса высадки (табл.). Но допустимые максимальные усилия для прессов, используемых на предприятии (КА-74 – 650 тонн, КА-84 – 1200 тонн) превышены не были. Следует отметить, что в процессе исследования, моделирование высадки производилось не для максимально допустимой производительности прессов, т.е. увеличение скорости высадки приведет к некоторому повышению усилий.

Таблица. Усилия на пуансоне на различных стадиях процесса высадки шурупа

	Номер операции				
	1-я	2-я	3-я	4-я	Итоговое
ММК-Метиз	46,8	15,4	49,6	81,6	193,4
1-й вариант	75,6	15,4	49,6	94,0	234,6
2-й вариант	132,0	35,6	146,4	154,0	468,0
Усилие на пуансоне, т					

### Выводы.

Изменение геометрии матрицы и пуансона первой операции обеспечило заполнение углов матрицы на заключительной стадии высадки. Это привело к увеличению усилий, но они не превышают максимальных значений для оборудования, используемого на ОАО «ММК-Метиз».

По результатам работы было предложено два варианта геометрии инструмента, каждый из которых позволяет получить ребра головки шурупа с острыми углами. Первый вариант позволяет производить шуруп с минимальным изменением геометрии существующего инструмента, второй – повысить прочность, снизить риск поломки и быстрого износа матриц и пуансонов в случае ошибки оператора при настройке оборудования.