

УДК 621.7.044

Визначення межі зони можливої кільцевої втрати стійкості на першій операції роздачі при профілюванні циліндричних заготовок / Пузырь Р.Г. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – №47(953). – С.83-87. – Бібліогр.: 5 назв.

Теоретичним аналізом встановлена можлива межа втрати стійкості заготовки при роздачі конічними пуансонами циліндричної заготовки. Для аналізу використовували інженерний метод визначення напруженого стану в осередку деформації і теоретичні методи теорії циліндричних оболонок. Отримані залежності можуть бути використані для проектування технологічних процесів деформування трубних заготовок.

Ключові слова: циліндрична заготовка, стійкість, напруження, згинальний момент, деформація.

The possibility of a theoretical analysis of the boundary of instability in the distribution of blank conical punch cylindrical billet. Used for the analysis of the engineering method of determining the stress state in the deformation and theoretical methods of the cylindrical shells. The dependences obtained can be used for the design process of deformation of billets.

Keywords: cylindrical storage, stability, stress, bending moment, deformation.

УДК 621.961.1.001

Ю. Т. СЫЧУК, инж., ЗНТУ, Запорожье;

В. В. ЧИГИРИНСКИЙ, докт. техн. наук, проф., ЗНТУ, Запорожье

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В ЗОНЕ РАЗДЕЛЕНИЯ ЗАГОТОВКИ ПРИ ПРОБИВКЕ РИФЛЕННЫМИ ПУАНСОНАМИ

Рассмотрены особенности формирования поверхности разделения при пробивке рифленными пуансонами; установлен момент образования скалывающих трещин в зонах контакта заготовки с впадинами и выступами рифлений. Представлены результаты экспериментального исследования методом координатных сеток интенсивности деформаций и вида деформированного состояния пробиваемой заготовки вдоль профиля рифлений. Установлено уменьшение площади блестящего пояса и силовых затрат при пробивке рифленными пуансонами. Применение полученных результатов при изготовлении рифленными пуансонами ряда деталей показали снижение износа рабочих частей пуансонов в 3...5 раз, обеспечение требуемого качества деталей, повышение производительности труда за счет сокращения простоев для замены пуансонов..

Ключевые слова: пуансон, впадина рифления, выступ рифления, растяжение, сдвиг, сжатие, скалывающие трещины.

Вступление. Изыскание возможностей повышения износостойкости рабочего инструмента при разделительных операциях является одной из основных задач листоштамповочного производства. Наибольшую важность эта задача приобретает при изготовлении деталей из горячекатаных конструкционных сталей повышенной толщины.

Анализ последних исследований и литературы. Одним из направлений повышения износостойкости разделительного инструмента является оптимизация условий работы его контактной поверхности, которую можно обеспечить путем придания последней рационального макрорельефа [1,2]. В работах [2,3] показано, что макрогеометрия рабочей части пробивных пуансонов в виде совокупности продольных рифлений оказывает существенное влияние на силовые затраты и величину зоны пластической деформации, определяющие нагрузку на рабочие кромки пуансонов. При этом не было определено влияние указанной макрогеометрии на деформированное состояние заготовки вдоль поверхности разделения по толщине последней. Между тем, величина деформаций в указанной зоне определяет силовой режим пробивки и связанную с ним износостойкость пуансонов.

Цель исследования, постановка проблемы. Целью предложенной статьи является экспериментальное исследование деформированного состояния в зоне разделения при

© Ю. Г. Сычук, В. В. Чигиринский, 2012

пробивке горячекатаной стали шлифованным и рифленным пуансоном для определения условий образования скалывающихся трещин, снижения технологических усилий и связанного с этим повышения износостойкости пуансонов.

В связи с наличием в конструкциях автомобильной и сельскохозяйственной техники значительной номенклатуры силовых деталей, штампуемых из горячекатаной толстолистовой малоуглеродистой стали, проблема обеспечения высокой стойкости разделительных штампов является актуальной задачей.

Материалы исследований. Исследования деформированного состояния проводились при поэтапной пробивке образцов горячекатаной стали марки Ст3кп/пс толщиной 3 мм. Механические свойства указанной стали приведены в таблице ($\sigma_{0,2}$ – предел текучести, σ_B – предел прочности, δ_5 – относительное удлинение).

Таблица. Механические свойства стали Ст3кп/пс

Стандарт	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5
ГОСТ 380-2005	МПа		%
	260	430	30

В качестве рабочего инструмента при эксперименте применялись пробивные пуансоны диаметром 9,1 мм с продольными рифлениями на боковой поверхности рабочей части, а также шлифованные пробивные пуансоны.

Рифленая боковая поверхность рабочей части пробивных пуансонов представляла собой совокупность регулярно повторяющихся выступов и впадин, ориентированных вдоль оси пуансона. Торцевая поверхность рабочей части рифленых пуансонов оставалась шлифованной.

Для характеристики профиля рифлений на боковой поверхности рабочей части пробивных пуансонов (рис.1) был применен предложенный авторами [4] обобщенный показатель X_* , более полно отражающий состояние рабочей поверхности пуансонов, чем первоначально принятый для этой цели шаг рифлений t .

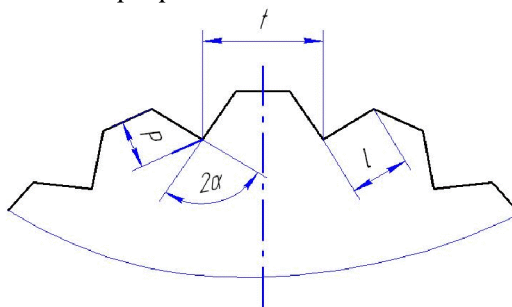


Рис.1 – Профиль рифлений на боковой поверхности рабочей части пробивного пуансона

Предложенный обобщенный показатель X_* учитывал соотношение участков выступов и впадин, а также угла и глубины впадин рифлений на боковой поверхности рабочей части пробивного пуансона

$$X_* = 1 - \left(\frac{p}{t} \right) \operatorname{tg} \alpha, \quad (1)$$

где t – шаг рифлений;

p и 2α – глубина и угол впадин рифлений;

l – длина стороны впадин рифлений.

Показатель X_* рифленого пуансона, применяемого при эксперименте, составлял 0,7. Случай, при котором $X_* = 1$, соответствовал пуансону со шлифованной рабочей частью.

Для исключения влияния формы образца на процесс пробивки при эксперименте применялись составные диски диаметром 36 мм (рис. 2), состоящие из двух симметричных половин (полудисков), разделенных по диаметральной плоскости. На полированную диаметральною поверхность одной из половин образца с противоположных сторон будущего отверстия наносилась координатная сетка в виде наколов алмазной пирамидой на приборе ПМТ-3. Размеры ячейки в исходном состоянии составляли 0,1 x 0,1 мм, площадь участка сетки – 1,5 x 3,0 мм. База координатной сетки (0,1 мм) выбиралась, исходя из значений параметров рифления на боковой поверхности рабочей части пробивного пуансона. Обе половины составного образца запрессовывались в бандажное кольцо из стали Ст3кп/пс толщиной 3 мм. Для исключения влияния факторов металлургического производства на условия эксперимента половины дисков и бандажные кольца изготавливались из одного листа стали Ст3кп/пс.

Поэтапная пробивка осуществлялась без прижима в лабораторном штампе [5] на кривошипном прессе мод. К2326 номинальным усилием 400 кН. Величина двустороннего технологического зазора составляла 15 % толщины пробиваемой заготовки.

Для определения компонент деформированного состояния в объемах заготовки, контактирующих с выступами и впадинами рифлений, составные образцы на каждом этапе пробивки рифлеными пуансонами располагались в штампе следующим образом: один образец ориентировался так, чтобы плоскость разреза с координатной сеткой совпадала с серединой угла впадины рифлений (рис.3 а), следующий – так, чтобы плоскость разреза совпадала с серединой площадки выступа рифления (рис. 3 б).

Для оценки деформированного состояния при поэтапной пробивке шлифованными пуансонами составные образцы на каждом этапе ориентировались в штампе таким образом, чтобы плоскость разреза с координатной сеткой располагалась по нормали к боковой поверхности рабочей части пуансона.

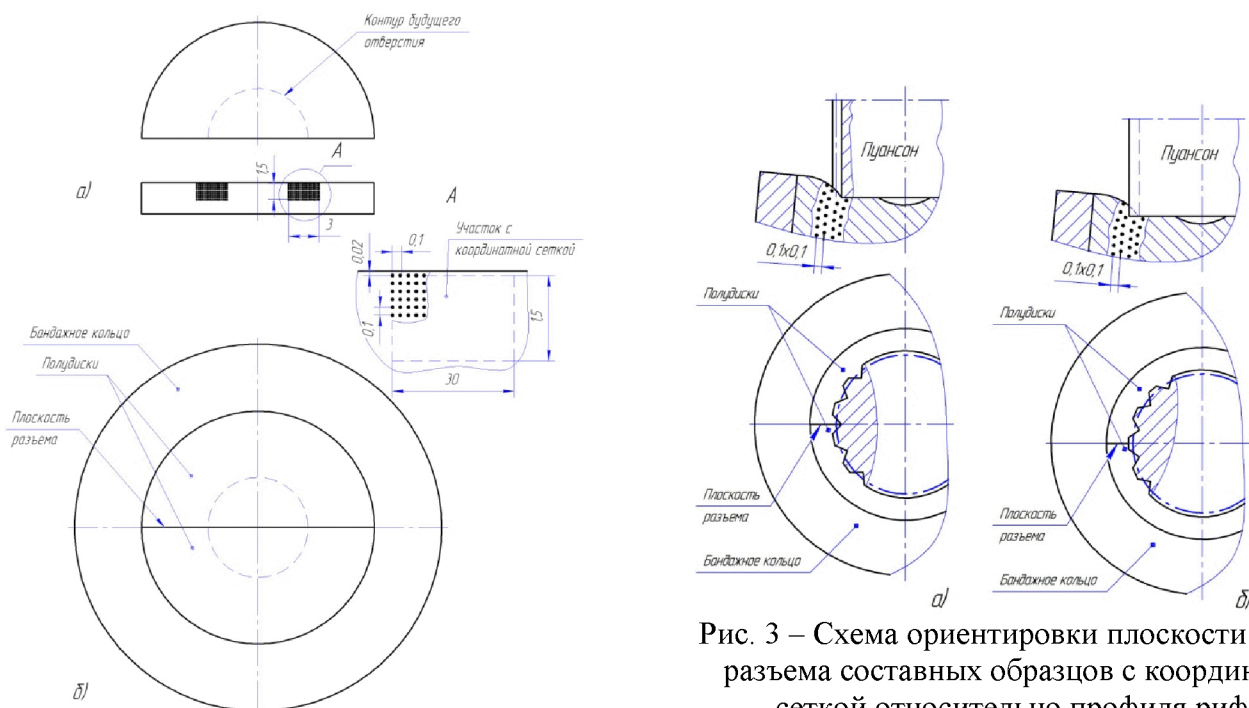


Рис. 3 – Схема ориентировки плоскости разреза составных образцов с координатной сеткой относительно профиля рифления: а – через середину угла впадины рифления; б – через середину площадки выступа рифления

Рис. 2 – Схема нанесения координатной сетки: а – на полудиски ; б – составной образец в сборе

Поэтапная пробивка составных образцов продолжалась до момента образования видимой под микроскопом при 10 – кратном увеличении скалывающей трещины от режущей кромки пуансона. На каждом этапе пробивки составных образцов (шаг перемещения пуансона составлял 0,15 мм) деформированные координатные сетки фиксировались на приборе ПТМ-3.

Определение характеристик деформированного состояния образцов, пробиваемых рифлеными и шлифованными пуансонами, осуществлялась по деформированным ячейкам координатной сетки вдоль линии разделения, начиная от свободной поверхности заготовки и поверхности ее контакта с рабочей частью пуансона до средней части заготовки. Расчет приращения главных деформаций $\Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3$ и приращения интенсивности деформаций $\Delta \varepsilon_i$ выполнялся по результатам измерений параметров ячеек координатной сетки в вышеуказанном направлении по формулам, приведенным в работе [6]:

$$\Delta l_i = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\Delta l_1 - \Delta l_2)^2 + (\Delta l_2 - \Delta l_3)^2 + (\Delta l_3 - \Delta l_1)^2}, \quad (2)$$

Величину накопленной деформации $\overline{\varepsilon}_i$ (интенсивности деформации) определяли по формуле

$$\overline{\varepsilon}_i = \sum_{j=1}^{i=k} \Delta l_j, \quad (3)$$

где i – число этапов процесса пробивки.

Показатель вида деформированного состояния ν_ε определяется в верхнем ряду ячеек в зоне контакта образца с рабочей поверхностью пробивного пуансона по формулам, приведенным в работе [7]

$$\nu_\varepsilon = \frac{2l_2 - l_1 - l_3}{l_1 - l_3}, \quad (4)$$

$$\text{где } l_{1,2,3} = \sum_1^K \Delta l_{1,2,3};$$

K – число этапов пробивки образца.

Математическая обработка результатов исследования деформированного состояния пробиваемых образцов выполнялась на ЭВМ в среде «MathCad» и «Turbo Basic».

Результаты исследований. На рис.4, 5, 6 приведены деформированные координатные сетки, зафиксированные в процессе поэтапной пробивки составных образцов шлифованным и рифленым пуансонами в момент образования скалывающих трещин. При пробивке рифленым пуансоном плоскость образца с координатной сеткой совпадала с серединой внутреннего угла впадины рифления (рис.3а, 4) и с серединой площадки выступа рифления (рис.3б, 5). При пробивке шлифованным пуансоном плоскость образца с координатной сеткой располагалась по нормали к боковой поверхности рабочей части пуансона (рис.6).

На приведенных рис.4, 5, 6, пунктирными линиями показаны направления распространения скалывающих трещин от режущих кромок пуансонов, построенных графическим путем. Анализ картины деформированных координатных сеток, показал образование дополнительной утяжки в объемах заготовки, находящихся во впадинах рифлений, и первоначальное возникновение скалывающих трещин в указанных объемах (рис.4).

Отмеченное образование дополнительной утяжки в объемах заготовки, примыкающих к внутренним углам впадин рифлений и первоначальное возникновение в указанных зонах скалывающих трещин. происходило при рабочем ходе $h_{рх}$ рифленого пуансона, равном 15 %

толщины заготовки. Образование скальвающих трещин в зонах контакта заготовки с площадками выступов рифлений (рис.3б, 5) отмечено при рабочем ходе $h_{рх}$ рифленого пуансона, равном 26-27 % толщины заготовки. При пробивке шлифованным пуансоном начало образования скальвающих трещин было отмечено при рабочем ходе $h_{рх}$ пуансона, равном 40-42 % толщины заготовки; полное отделение отхода в этом случае происходило при рабочем ходе пуансона, равном 43-45 % толщины заготовки.

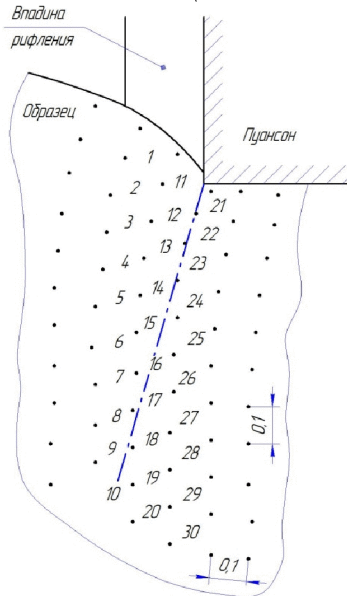


Рис.4 – Деформированная координатная сетка к моменту возникновения скальвающих трещин при пробивке горячекатаной стали Ст3кп/пс толщиной 3 мм рифленым ($X_*=0,7$) пуансоном (плоскость с координатной сеткой совпадает с серединой угла впадины рифления)

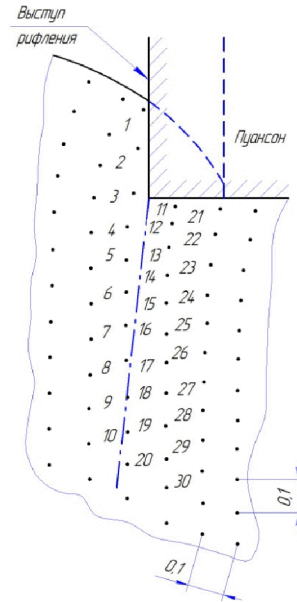


Рис. 5 – Деформированная координатная сетка к моменту возникновения скальвающих трещин при пробивке горячекатаной стали Ст3кп/пс толщиной 3 мм рифленым ($X_*=0,7$) пуансоном (плоскость с координатной сеткой совпадает с серединой площадки рифления)

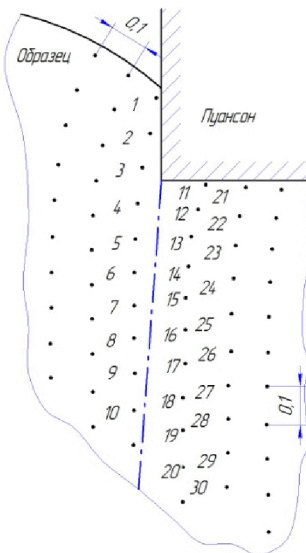


Рис. 6 – Деформированная координатная сетка к моменту возникновения скальвающих трещин при пробивке горячекатаной стали Ст3кп/пс толщиной 3 мм шлифованным пуансоном (плоскость с координатной сеткой совпадает с нормалью к боковой поверхности рабочей части пуансона).

На рис.7 приведено распределение интенсивности деформаций $\varepsilon_i = f(h_{рх})$ вдоль линии разделения в момент возникновения скальвающих трещин в очаге деформации при пробивке рифленым (рис.7а,б) и шлифованным (рис.7в) пуансонами.

Как указывалось выше, определение интенсивности деформаций $\overline{\varepsilon}_i$ при пробивке рифленным пуансоном осуществлялось в зонах заготовки, примыкающих к впадинам (рис.7а) и выступам (рис.7б) рифлений при соответствующем расположении плоскостей разреза образцов с координатной сеткой (рис.3). Распределение интенсивности деформаций $\overline{\varepsilon}_i$ при пробивке шлифованным пуансоном определялось при ориентировке плоскости образца с координатной сеткой по нормали к боковой поверхности рабочей части шлифованного пуансона.

Из анализа приведенных графиков $\overline{\varepsilon}_i = f(h_{px})$ следует, что характер распределения интенсивности деформаций $\overline{\varepsilon}_i$ вдоль линии разделения при пробивке рифленным и шлифованным пуансонами качественно одинаков: от максимального значения $\overline{\varepsilon}_i$ у режущей кромки пуансона до минимального в средней части образца. При этом величина интенсивности деформации $\overline{\varepsilon}_i$ при пробивке рифленным пуансоном на протяжении всего исследуемого участка поверхности разделения ниже, чем при пробивке шлифованным пуансоном (от более, чем в 3 раза у режущей кромки пуансона до 2,3 раза в средней части заготовки в зоне контакта с впадиной рифления и соответственно от 1,3 до 1,7 раза в зоне контакта с площадкой выступа рифления).

Наряду с этим, неравномерность распределения деформаций при пробивке рифлеными пуансонами наблюдалась как вдоль линии разделения, так и вдоль контура рифлений, что видно из сравнения значений интенсивности деформаций $\overline{\varepsilon}_i$ в зонах заготовки, примыкающих к впадинам – $\overline{\varepsilon}_i = 0,38$ (рис.7а) и выступам – $\overline{\varepsilon}_i = 1,02$ (рис.7б) рифлений.

Ранее отмеченное первоначальное возникновение скалывающих трещин в зонах образца, примыкающих к внутренним углам впадин рифлений (рис.7а) можно объяснить следующим. Растягивающие напряжения, вызванные внешним нагружением от режущих кромок пробивного штампа и обусловленные изгибом заготовки из-за технологического зазора, суммируются с дополнительными растягивающими напряжениями, вызванные утяжкой в зонах заготовки, примыкающим к внутренним углам впадин рифлений. Реализующаяся в указанных зонах пробиваемой заготовки разноименная объемная схема напряженного состояния, характеризующаяся наличием двух сжимающих и одного (суммарного) растягивающего напряжения, известна [6, 8, 9], как менее благоприятная для пластической деформации.

Изложенным выше и реализацией в зоне контакта заготовки с впадинами рифлений “жесткой” схемы напряженного состояния можно объяснить первоначальное образование скалывающих трещин в указанных зонах.

Преобладание влияния растягивающих напряжений в зонах заготовки, находящихся во впадинах рифлений (рис.4, ячейки 1 и 11), подтверждается показателем вида деформированного состояния ν_ε в указанных ячейках деформированной сетки (-0,566 и -0,513, то – есть растяжение). В следующей ячейке верхнего ряда 21, примыкающей к торцевой поверхности рифленого пуансона $\nu_\varepsilon = -0,204$, то – есть имеет место сдвиг смежный с растяжением. Такое различие вида деформированного состояния в рядом расположенных объемах заготовки (ячейки 11 и 21 рис.4) обусловило образование скалывающих трещин между ними уже при рабочем ходе $h_{px} = 15\%$ толщины заготовки. При этом образование скалывающих трещин происходит в указанной зоне при интенсивности деформаций

$\varepsilon_i = 0,38$, в то время, как при пробивке шлифованным пуансоном величина интенсивности деформации в зоне образования скальвающих трещин $\varepsilon_i = 1,16$ (рис.7в, ячейка 11) при виде деформированного состояния $\nu_\varepsilon = 0,407$ (сдвиг, смежный со сжатием).

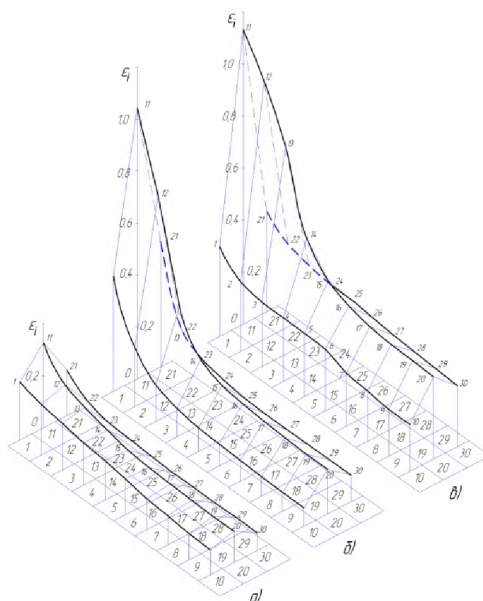


Рис. 7 – Распределение интенсивности деформаций ε_i вдоль поверхности разделения в момент возникновения скальвающих трещин в очаге деформации при пробивке горячекатаной стали Ст3кп/пс толщиной 3 мм: а)рифленным пуансоном ($X_*=0,7$) – в объемах заготовки, примыкающих к впадинам рифлений; б) рифленным пуансоном ($X_*=0,7$) – в объемах заготовки, примыкающих к выступам рифлений; в)шлифованным пуансоном – в объемах заготовки, примыкающих к боковой поверхности пуансона

Полученные результаты согласуются с приведенным в работе [10] мнением, где высказывается возможность разрушения деформируемой заготовки при “жесткой” схеме напряженного состояния и относительно небольшой интенсивности деформации.

Изменение вида деформированного состояния вдоль профиля рифления оценивалось при сравнении картин деформированных координатных сеток, приведенных на рис.7а и 7б. При этом установлено, что показатель вида деформированного состояния изменяется от $\nu_\varepsilon = 0,525$ (сжатие) у площадки выступа рифления (ячейка 1 рис.5) до $\nu_\varepsilon = -0,513$ (растяжение) у вершины внутреннего угла впадин рифления (ячейка 11 рис.4). Вид деформированного состояния в зоне образования скальвающей трещины от выступа рифления (ячейка 11, рис.5) $\nu_\varepsilon = -0,273$ (сдвиг, смежный с растяжением), а под торцем выступа рифления (ячейка 21, рис.5) $\nu_\varepsilon = 0,424$ (сдвиг, смежный со сжатием).

Неравномерность деформированного состояния вдоль профиля рифления, обусловленная наличием у площадки выступа рифлений деформации сжатия (ячейка 1, рис5), вызывает увеличение пластической деформации в указанной зоне, вследствие чего скальвающие трещины от выступов рифлений образуются при рабочем ходе $h_{рх}$ рифленого пуансона, равном 26-27 % толщины заготовки. Указанное образование скальвающих трещин происходит несколько позже, чем от внутреннего угла впадин рифлений (рабочий ход $h_{рх} = 15$ % толщины заготовки), но раньше, чем при пробивке шлифованным пуансоном ($h_{рх} = 40-42$ % толщины заготовки).

Неодновременное образование поверхности разделения на пластическом этапе и этапе образования скальвающих трещин при пробивке рифлеными пуансонами иллюстрируется переменной высотой блестящего пояска (максимальной – в зоне контакта с вы-

ступами рифлений и минимальной – в зоне контакта с впадинами рифлений). При этом высота блестящего пояска в зоне контакта с выступами рифлений в условиях эксперимента составляла 23-24 % толщины заготовки, а в зоне контакта с впадинами рифлений – 4-6 % толщины заготовки. В результате этого площадь блестящего пояска при пробивке рифленым пуансоном на 20-22 % меньше, чем при пробивке шлифованным пуансоном. Указанное уменьшение площади блестящего пояска проявилось в снижении величины усилия пробивки на 16 – 22 %, а усилия съема в среднем на 20%, что совместно со снижением площади контакта заготовки с боковой поверхностью пуансона и нагрузки на режущие кромки последнего, позволило снизить его боковой и торцевой износ.

Анализ результатов исследования деформированного состояния при пробивке шлифованным пуансоном показал следующее. Как известно, образование скалывающихся трещин при пробивке шлифованным пуансоном происходит одновременно по всему периметру разделения. В этом случае образование скалывающихся трещин начинается при большем рабочем ходе ($h_{рх} = 40-42$ % толщины заготовки) и интенсивности деформаций $\overline{\varepsilon}_i = 1,16$ (рис. 7в), чем при пробивке рифленым пуансоном (рис. 7а, б).

При этом отмечены следующие значения показателей вида деформированного состояния V_ε в момент образования скалывающихся трещин. В зоне, примыкающей к боковой поверхности шлифованного пуансона (ячейка 1, рис. 6), показатель V_ε составил - 0,346, что соответствует сдвигу, смежному с растяжением. В зоне образования скалывающихся трещин от режущей кромки шлифованного пуансона (ячейка 11, рис. 6) $V_\varepsilon = 0,407$, то – есть сдвиг, смежный со сжатием, что совпадает с результатами исследований, приведенными в работе [10]. При этом в указанной зоне отмечено наибольшее значение интенсивности деформаций $\overline{\varepsilon}_i$. В примыкающей к торцу пуансона ячейке 21 (рис. 6) показатель V_ε составил 0,394, то – есть сдвиг, смежный со сжатием.

Наибольшие значения интенсивности деформаций $\overline{\varepsilon}_i$ и ширины блестящего пояска обусловили в последнем случае наибольшие значения силовых затрат, а следовательно, повышенную нагрузку на рабочие кромки шлифованного пуансона.

Полученные результаты исследований использовались для применения пуансонов с рифленой рабочей частью при изготовлении деталей “Лонжерон рамы”, “Стойка надставного борта прицепа”, “Пластина крепления двери”, “Усилитель рычага задней подвески”, “Накладка шкворня поворотного кулака верхняя”, “Фланец тормозного барабана” и ряда других деталей.

В результате применения рифленых пуансонов достигнуто снижение износа их рабочей части в 3-5 раз при устранении налипания металла заготовки на рабочую часть пуансонов, обеспечение необходимых технологических и эксплуатационных характеристик штампуемых деталей, повышения производительности труда за счет сокращения простоя оборудования из-за замены вышедших из строя пуансонов.

Выводы. Экспериментальные исследования показали, что рифленая боковая поверхность рабочей части пробивных пуансонов в виде регулярно повторяющихся продольных выступов и впадин создает неравномерное напряженно-деформированное состояние пробиваемой заготовки вдоль профиля рифлений. При этом в зоне контакта заготовки с внутренним углом впадин рифлений, имеет место более “жесткая” схема деформированного состояния с преобладанием влияния деформаций растяжения.

Отмеченная неравномерность вида деформированного состояния пробиваемой заготовки вдоль профиля рифления обусловила первоначальное образование скалывающихся

трещин в зоне контакта заготовки с внутренним углом впадин рифлений (рабочий ход пуансона 15 % толщины заготовки), а затем в зоне контакта с площадками выступов (рабочий ход пуансона 26 – 27 % толщины заготовки). При пробивке шлифованным пуансоном начало образования скалывающих трещин происходит при рабочем ходе пуансона, равном 40 – 42 % толщины заготовки.

Более раннее по сравнению с пробивкой шлифованными пуансонами и одновременное вдоль контура рифлений образование скалывающих трещин привело к уменьшению площади блестящего пояска, что характеризовалось снижением усилия пробивки на 16 – 22 %, а усилия съема – в среднем на 20%. Этим обстоятельством объясняется уменьшения зависящих от указанных усилий бокового и торцевого износа пуансонов.

Одновременное по периметру шлифованного пуансона образование скалывающих трещин (рабочий ход пуансона, равный 40 – 42 % толщины заготовки) происходит при повышенных по сравнению с пробивкой рифленным пуансоном ширине блестящего пояска и интенсивности деформаций. Это обусловило увеличение силовых затрат, а следовательно, повышение нагрузки на рабочие кромки шлифованного пуансона.

Список литературы: 1. Тимощенко В.А. повышение износостойкости разделительных штампов /В.А.Тимощенко// Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. -2000. - №12.-С.22-24. 2. Сычук Ю.Т. Влияние параметров процесса пробивки рифлеными пуансонами на силовые затраты и коэффициенты геометрической точности деталей /Ю.Т.Сычук, В.В.Чигиринский, Ю.И.Нагорный//Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні; Науч.журн.: Запорожье: ЗНТУ. -2011. -№2, -С.60-65. 3. Сычук Ю.Т. Исследования механизма разделения при пробивке горячекатаной малоуглеродистой стали рифлеными пуансонами/ Ю.Т. Сычук, В.В.Чигиринский//Вестник Национального технического университета; “ХПИ”. Сб.науч.тр.: темат. выпуск: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ “ХПИ”-2011.-№46.-С.77-82. 4. Нагорный Ю.И. Расчет работы разделения при пробивке рифленным пуансоном/ Ю.И. Нагорный, Ю.Т.Сычук, С.З.Юдович//Изв. ВУЗов, – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана. -1990. – №2. –С.91-94. 5. А.с.416125 СССР, М.Кл.В21с51/00. Устройство к штампу для измерения усилий на пуансоне / С.З.Юдович, Л.И.Живов, Б.Н.Чумаков, Ю.Т.Сычук, В.И.Дубина, Ю.А.Фурманов, В.А.Глазков /СССР)-№17640447/25-27; Заявлено 28.03.72; Опубл.25.02.74, Бюл.№7.-3с. 6. МихаленкоФ.П. Стойкость разделительных штампов. 2-е изд., перераб. И доп. /Ф.П.Михаленко –М.: Машиностроение, 1986.-224 с. 7. Смирнов-Аляев Г.А. Сопротивление материалов пластическому деформированию. 3-е изд., перераб. и доп. / Г.А. Смирнов-Аляев –Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1978. -368 с. 8. Бер В.И., Макушок Е.М., Суяров Д.И. Известия АН БССР, сер. физ. техн. Наук, 1981.-№1.-С.6-10. 9. Попов В.А. Основы теории листовой штамповки. 2-е изд., перераб. и доп./Е.А.Попов –М.: Машиностроение, 1977. -278 с. 10. Смирнов-Аляев Г.А. Холодная штамповка в приборостроении/2-е изд., перераб. и доп./Г.А.Смирнов-Аляев, Д.А.Вайнтрауб –Л.:Машгиз, 1963.-436с.

Надійшла до редколегії 15.10.2012

УДК 621.961.1.001

Визначення деформованого стану в зоні розділення заготовки при пробивці рифленими пуансонами/ Сычук Ю.Т., Чигиринский В.В.// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – №47(953). – С. 87-96. – Бібліогр.: 10 назв.

Розглянуті особливості формування поверхні розділу при пробивці рифленими пуансонами; визначений момент утворення тріщини сколювання в зонах контакту заготовки з впадинами і виступами рифлень. Представлені результати експериментального дослідження методом координатних сіток інтенсивності деформацій та виду деформованого стану заготовки, яка пробивається, вздовж профілю рифлень. Встановлено зменшення площі блискучого пояску і силових витрат при пробивці рифленими пуансонами. Застосування результатів досліджень при виготовленні ряду деталей рифленими пуансонами показало зниження зносу їх робочих частин в 3–5 раз, забезпечення потрібної якості деталей, підвищення продуктивності праці внаслідок скорочення простоїв для заміни пуансонів.

Ключові слова: пуансон, впадина рифлення, виступ рифлення, розтягнення, зсув, стискання, тріщини сколювання.

The features of formation of surface segregation of sheet billet during plastic deformation and cracking when punching finger punches. The dependence of the formation of cracks profile characteristics of the corrugations on the working surface of punched punches. Presents the results of a pilot study using grids intensity of deformations and strain State blanks easily along the profile of the corrugations Reduction of the area found a brilliant hand and power costs while punching finger punches. The results of industrial testing resistance of corrugated punching press production line of punches in.

Key words: punch, hollow reeving, lug pattern, tension, shear, compression, crack.

УДК 669.04:621.771.22

В. С. БАРАНЕНКО, зам. директора структ. подразделения, ГП «УкрНТЦ «Энергосталь», Харьков

В. С. МЕДВЕДЕВ, докт. техн. наук, гл. науч. сотр., ГП «УкрНТЦ «Энергосталь», Харьков

Е. Н. ЧЕРЕДНИЧЕНКО, инженер 1 кат., ГП «УкрНТЦ «Энергосталь», Харьков

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНДУКЦИОННОГО И ГАЗОВОГО НАГРЕВА ЗАГОТОВОК В ЛИТЕЙНО-ПРОКАТНЫХ МОДУЛЯХ

Рассмотрена эффективность газового и индукционного нагрева в литейно-прокатных модулях. Исследование проводилось на примере литейно-прокатного комплекса в составе МНЛЗ и прокатного стана 300. Определены энергозатраты и стоимость тепловой энергии индукционного и газового нагрева непрерывнолитых заготовок при горячем и холодном посаде. Показана экономическая эффективность индукционного нагрева заготовок. Экономия энергии при нагреве в индукционных устройствах по сравнению с газовыми составляет около 70 %.

Ключевые слова: газовый нагрев, индукционный нагрев, заготовка, тепловая энергия, энергозатраты, горячий посад, холодный посад.

Введение. ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» является крупнейшим в СНГ инжиниринговым комплексом, который решает актуальные проблемы создания, реконструкции и развития предприятий горно-металлургического комплекса и других отраслей: от разработки и освоения новых технологий, проектирования до изготовления, поставки оборудования и ввода промышленных объектов в эксплуатацию.

В ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» ведутся работы по созданию базовых и высокоэффективных экологичных металлургических мини- и микрозаводов для производства сортового проката широкого сортамента.

На металлургических заводах для производства прокатной продукции используют литейно-прокатные комплексы с разрывными схемами совмещения МНЛЗ и прокатного стана, предусматривающими горячий и холодный посад заготовок в нагревательные печи. Варианты таких схем могут быть различными, но во всех схемах присутствует нагревательная печь для подогрева непрерывнолитых заготовок при транзитной передаче с МНЛЗ на прокатный стан или нагрева холодных заготовок, подаваемых со склада [1].

Содержание работы. Процесс нагрева металла перед прокаткой, предназначенный для выравнивания температуры поверхности и температуры сердцевины заготовки, является важной и ответственной стадией технологии. От правильной ее организации зависят как производительность всего комплекса, так и качество выпускаемой продукции.

Основными критериями выбора способа нагрева металла – газовый или индукционный – являются качество нагрева, расход энергии и стоимость энергоносителей.

Технологические схемы производства сортового проката на литейно-прокатных комплексах с использованием нагревательной методической газовой печи с шагающими балками и индукционной нагревательной установки приведены на рис. 1 и 2.

© В. С. Бараненко, В. С. Медвелев, Е. Н. Чередниченко, 2012