

ОЦЕНКА ДЕФОРМИРУЕМОСТИ ЗАГОТОВОК В ПРОЦЕССЕ ВАЛЬЦОВКИ

¹Ирина Гунько, ²Юрий Добранюк¹Винницкий национальный аграрный университет²Винницкий национальный технический университет¹г. Винница, ул. Солячна 3, ²г. Винница, Хмельницькое шоссе 95¹Iryna Gun'ko, ²Yuriy Dobranuk¹Vinnitsa National Agrarian University²Vinnitsia National Technical University

Аннотация. Проанализировано формоизменение и решена задача определения напряженно-деформированного состояния цилиндрической заготовки при вальцовке с использованием имитационного моделирования в программном комплексе DEFORM 3D. Получены картины формоизменения и распределения накопленных повреждений заготовки при деформировании. Проведено исследование опасных, с точки зрения накопления повреждений, участков заготовки. Для этого было построено и проанализировано траектории деформаций на указанных участках заготовки.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, свободная поверхность заготовки, показатель напряженного состояния, накопленная деформация, накопленные повреждения, вальцовка.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Вальцовка заготовок относится к высокоэффективным технологическим процессам и делится на три основных вида: формовочная – для получения фасонных заготовок под последующую штамповку на прессах или молотах; штамповочная – для получения штампованных заготовок (производство заготовок лопаток горячей вальцовкой); калибровочная – для точной холодной вальцовки деталей вместо обработки резанием (производство холодной вальцовкой заготовок тонкопрофильных компрессорных лопаток) [1, 2].

Преимущественно процесс формовочной вальцовки используется в качестве подготовительной операции к объемной штамповке с целью целенаправленного перераспределения металла исходной заготовки. Этим обеспечивается устранение чрезмерной неравномерности деформации и одновременного заполнения металлом полости штампа при

объемной штамповке; достижение роста степени деформации и производство качественных штампованных изделий с высоким коэффициентом использования металла; производство сложно профилированных изделий, в том числе с криволинейной осью; формирование благоприятной структуры металла и улучшение его механических характеристик [1, 2, 3, 4, 5].

При разработке процесса формовочной вальцовки достаточно важными задачами есть анализ формоизменения и оценка напряженно-деформированного состояния (НДС) заготовки при деформировании. Решение указанных задач позволяет определять потенциально опасные зоны деформированной заготовки и учесть обнаруженные особенности при корректировке технологического процесса.

При этом появляется возможность определять зоны локаций рассеянных повреждений материала, так как для устранения брака и обеспечения высокого качества изделий важно уметь оценить уровень накопленных в материале заготовки повреждений, используя критерии деформируемости [2, 5, 6]. Поскольку даже при отсутствии макротрещин, участки заготовки с реально достигнутым высоким уровнем накопленных повреждений потенциально опасны как для финишных операций объемной штамповки, так и в процессе эксплуатации готовых изделий. Поэтому необходимы надежные методы обнаружения таких участков на этапах контроля качества готовой продукции.

Кроме того, решение задачи анализа формоизменения и оценки НДС материала заготовки дает возможность назначать рациональные параметры процесса холодной вальцовки или обоснованно переходить к более энергоемким процессам горячей валь-

цовки материалов при их недостаточной пластичности.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

За последние годы широкое распространение получило моделирование процессов деформирования методами конечных и граничных элементов с помощью специализированных пакетов [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. Однако известные результаты касаются, прежде всего, формоизменения заготовок при деформировании, распределения интенсивности напряжений и деформаций в условиях неполного анализа полученных результатов и недостаточно прозрачного отображения условий имитационного моделирования.

Задача определения НДС материала заготовки при вальцовке может быть решена с помощью современных супермощных специализированных пакетов конечно-элементного моделирования типа ANSYS, LS-DYNA и DEFORM 3D. Использование подобных программных продуктов предоставляет возможность осуществления выбора параметров моделирования в широких пределах. Поэтому результаты конечно-элементного моделирования не всегда достаточно адекватные реальным условиям деформирования конкретной заготовки. В работе [7] предложена методика использования экспериментально-аналитического метода определения НДС к настройке моделирования пластического деформирования с помощью программного комплекса DEFORM 3D.

Усовершенствованный экспериментально-аналитический метод определения НДС [7, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22] может быть положен в основу анализа НДС материала заготовки на свободной поверхности в процессах вальцовки [4], которая, как правило, есть наиболее опасной с точки зрения концентрации накопленных рассеянных повреждений.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Задача оценки деформируемости в процессах вальцовки состоит фактически из двух отдельных задач:

1. Анализа формоизменения заготовки при деформировании.

2. Оценки НДС материала заготовки при вальцовке.

Объект исследования. НДС и деформируемость материала свободной боковой поверхности цилиндрической заготовки при вальцовке.

Целью данной работы есть оценка формоизменения, НДС и деформируемости заготовок при вальцовке с использованием имитационного моделирования в программном комплексе DEFORM 3D.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Для изучения процесса вальцовки цилиндрических заготовок между гладкими цилиндрическими валками [4] было проведено моделирование в программном комплексе DEFORM 3D. Исследуемый образец моделировался с обеспечением геометрических размеров: $d_1 = 10 \text{ mm}$; $l = 40 \text{ mm}$. Материал – пластичный алюминиевый сплав Al – 1100, Gold [70F (20 °C)] (аналог сплава АД в странах СНГ ГОСТ 4784-97), который выбирался из доступных в программном комплексе библиотек материалов.

Смоделированный образец разбивался на совокупность конечных элементов с определенной связью. То есть, на образце моделировалась сетка конечных элементов со следующими параметрами: тип сетки – объемная, тип конечного элемента – кубик, количество элементов – 11400, количество узлов – 13736, количество поверхностных многоугольников – 4428. Сетку в заготовке получали методом вытягивания поперечного сечения, в котором построена сетка из 100 элементов с обеспечением вдоль оси коэффициента отношения 2.

Рабочий инструмент: два гладких цилиндрических валка ($d = 60 \text{ mm}$). В качестве физических соотношений между напряжениями и деформациями использовали соотношение теории течения, упрочнения материала – изотропное, структура – нормализованная. Скорость перемещения (вращения) главного инструмента (валков) составляет 0,1047 рад./с. Параметры вальцовки: расстояние между валками $d_3 = 4 \text{ mm}$. Схематически процесс вальцовки показан на рис. 1.

Заготовку деформировали по всей длине. Время деформирования – 35 с. Расчет про-

цесса в программном комплексе разделен на 75 шагов. В связи с тем, что процесс деформирования в данном случае есть симметричным, то моделирование проводилось 1/4 части образца с учетом граничных условий в плоскостях симметрии. На рис. 2 и 3 показано изображение заготовки, построенной сетки и инструмента при вальцовке.

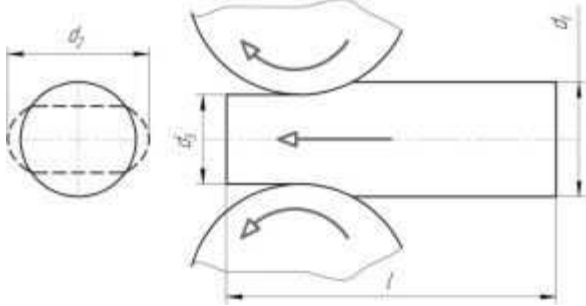


Рис. 1. Схематическое изображение процесса вальцовки
Fig. 1. Schematic representation of the process of rolling

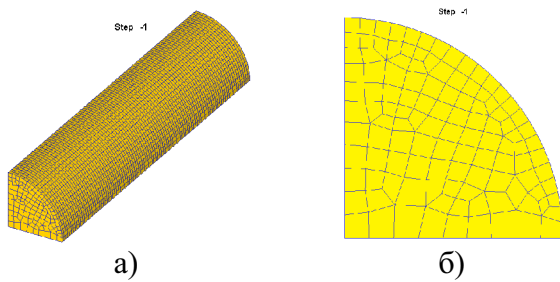


Рис. 2. Заготовка для вальцовки: а) построение сетки в 1/4 части заготовки; б) построение сетки в поперечном сечении
Fig. 2. Billet for rolling: a) the construction of a mesh of 1/4 of the billet, and б) the construction of a mesh in the cross section of the billet

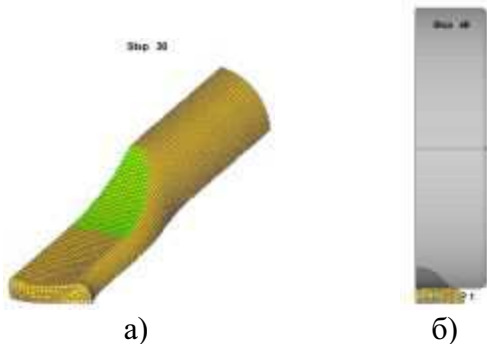


Рис. 3. Заготовка и инструмент при вальцовке а) и б)
Fig. 3. Billet and tool during rolling a) and б)

формоизменения заготовки, распределения в ее объеме интенсивности напряжений, накопленной деформации и накопленных повреждений при деформировании (рис. 4).

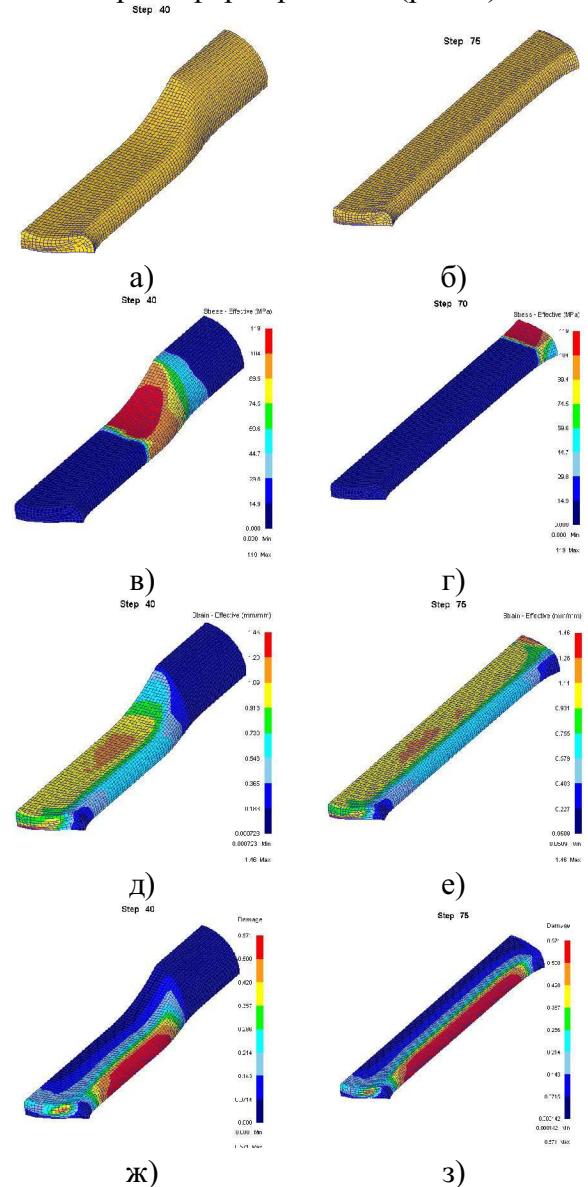


Рис. 4. Формоизменение и распределение в 1/4 цилиндрической заготовки на промежуточном а), в), д), ж) и конечном б), г), е), з) шагах деформирования вальцовкой: а), б) – формоизменение; в), г) – интенсивности напряжений; д), е) – накопленной деформации; ж), з) – накопленных повреждений
Fig. 4. Forming and distribution in 1/4 of a cylindrical billet on the intermediate а), в), д), ж) and final б), г), е), з) steps of deformation during rolling a), б) – forming, в), г) – stress intensity; д), е) – accumulated strain; ж), з) – accumulated damage

В результате проведенного имитационного моделирования получены картины

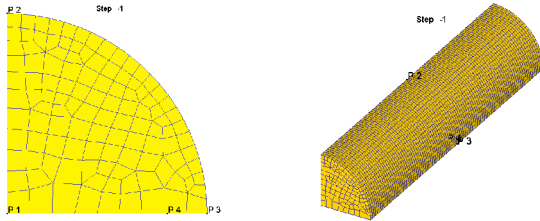
Повреждение в программном комплексе DEFORM 3D вычисляются согласно модели Cockroft-Latham [6]:

$$\int_0^{\epsilon_u} \frac{\bar{\sigma}_{\max}}{\sigma_u} \cdot d\epsilon_u = C, \quad (1)$$

где: $\bar{\sigma}_{\max}$ – максимальное главное растягивающее напряжение; C – константа материала.

Для потенциально наиболее опасной части заготовки, с точки зрения накопления повреждений, проведен анализ НДС. Суть проведенного анализа заключалась в построении траектории деформаций в координатах $\epsilon_u - \eta$ для точки боковой поверхности заготовки: ϵ_u – накопленная деформация, η – показатель напряженного состояния [2, 4, 5, 6, 7, 16, 17, 18, 19].

Схема расположения указанных точек проиллюстрирована на рис. 5. Начало координат находится на оси заготовки в точке начала деформирования. Ось заготовки – направление 0X.



№ точки	X, мм.	Y, мм.	Z, мм.
P1	20	0	0
P2	20	0	5
P3	20	5	0
P4	20	4	0

Рис. 5. Расположение исследуемых точек цилиндрической заготовки

Fig. 5. Placement of the studied points of cylindrical billet

Траектории деформаций, которые представлены на рис. 6, строили на основе табличных значений компонент напряжений и накопленной деформации, полученных в пакете DEFORM 3D.

Анализ представленных результатов свидетельствует о том, что потенциально опасной есть точка P3, которая расположена в средней по высоте части боковой поверхности. Это связано с тем, что траектория деформаций для точки P3 находится в области более жесткого напряженного состояния.

Особого внимания требует анализ сравнения траекторий P1 и P3. Из полученных результатов следует, что траектория P3 находится в области более неблагоприятного напряженного состояния, а траектории P1 соответствует значительно большая накопленная деформация. Итак, инициирование процесса разрушения возможно в обеих точках и зависит от кривой предельных деформаций исследуемого материала.

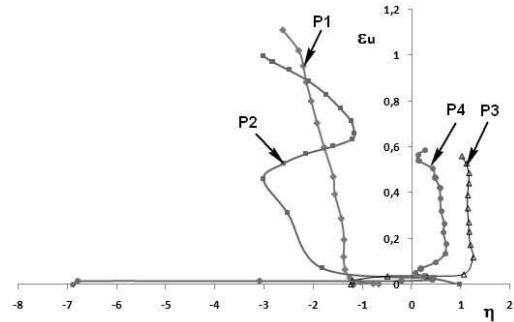


Рис. 6. Траектории деформаций для различных точек цилиндрической заготовки, построенные по результатам имитационного моделирования в программном комплексе DEFORM 3D

Fig. 6. Strain's trajectories for different points of cylindrical billet that are built according to the results of simulation in the complex software DEFORM 3D

Из представленных на рис. 4 картин распределения накопленной деформации и накопленных повреждений согласно модели Cockroft-Latham (1) и проведенного сравнительного анализа траекторий деформаций опасных точек заготовки, очевидно, что одной из самых опасных областей заготовки относительно накопления повреждений есть средняя по высоте свободная боковая поверхность заготовки. Поэтому особого внимания требует исследование напряженно-деформированного состояния заготовки на свободной боковой поверхности (точка P3).

Для детального анализа деформируемости и напряженно-деформированного состояния в потенциально опасной точке P3 заготовки при вальцовке, построены графики изменения накопленных повреждений согласно модели Cockroft-Latham (1) и накопленной деформации в этой точке (рис. 7).

На основе основанного в работе [7] и частично развитого в работах [4, 16, 17, 18]

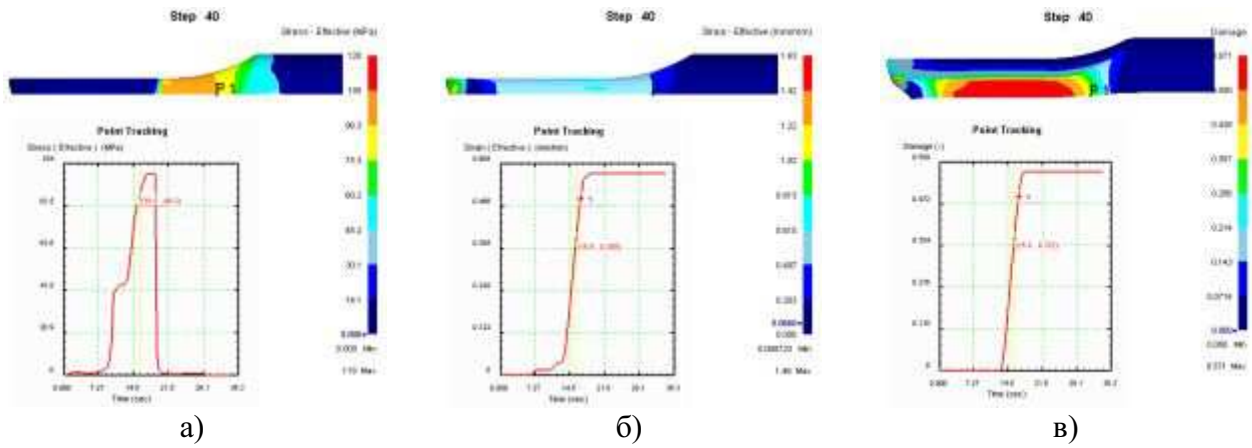


Рис. 7. История изменения параметров деформируемости потенциально опасной точки P3 заготовки при вальцовке: а) – интенсивности напряжений б) – накопленной деформации; в) – накопленных повреждений

Fig. 7. History change of parameters deformability the potentially dangerous point P3 of the billet during rolling а) – stress intensity, б) – accumulated strain; в) – accumulated damage

подхода была разработана методика построения траекторий деформаций для точек свободной боковой поверхности цилиндрической заготовки при вальцовке. Методика базируется на комбинировании результатов имитационного моделирования с помощью программного комплекса DEFORM 3D и экспериментально-аналитического подхода [16, 17, 20]. Исходными данными есть зависимости между осевой ε_z и круговой ε_y деформациями [4, 16], полученные при имитационном моделировании процесса деформирования. Для учета особенностей механики формоизменения зависимость $\varepsilon_z = f(\varepsilon_y)$ конструировали в виде дифференциального уравнения [4, 17].

$$\frac{d\varepsilon_z}{d\varepsilon_y} = -\frac{\xi \cdot \varepsilon_y^2 + 2 \cdot m^2}{\varepsilon_y^2 + m^2}, \quad m > 0, \quad \frac{1}{2} \leq \xi \leq 2, \quad (2)$$

где $m > 0$ – константа.

Решением уравнения (2) получено структуру искомой зависимости, которую запишем в параметрической форме [4, 17]

$$\begin{cases} \varepsilon_y = m \cdot \operatorname{tg}(t); \\ \varepsilon_z = -m \cdot (\xi \cdot \operatorname{tg}(t) + (2 - \xi) \cdot t); \end{cases} \quad t \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]. \quad (3)$$

Значения параметров m, ξ определяли методом наименьших квадратов. Так как данный метод приводит к необходимости решения трансцендентного уравнения сложной структуры, то значение указанных параметров определяли реализацией непосредственной минимизации с помощью стандарт-

ной команды дополнительного пакета Optimization системы Maple и перепроверяли полученные значения с помощью надстройки Microsoft Excel Solver. Полученные результаты аппроксимирования зависимости между деформациями представлены на рис. 8.

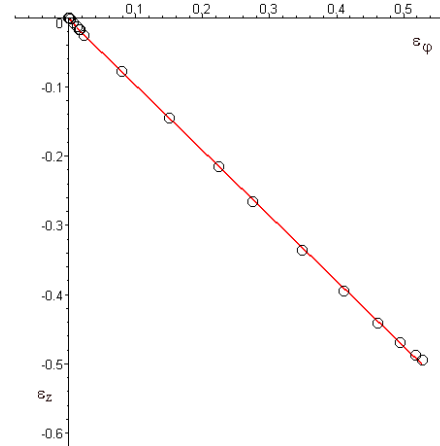


Рис. 8. Значение деформаций, полученных в DEFORM 3D при вальцовке и их аппроксимация зависимостью (3): параметры $m = 0,00236$; $\xi = 0,94144$, сумма квадратов отклонений равна 0,000055

Fig. 8. The value of strain obtained in DEFORM 3D during rolling and approximation of relation (3): parameter $m = 0,00236$; $\xi = 0,94144$, sum of squared deviations equal to 0.000055

Используя указанную комбинированную методику и полученные значения параметров аппроксимации зависимостей между

компонентами деформаций ε_z и ε_y , полученные при имитационном моделировании процесса вальцовки в программном комплексе DEFORM 3D, моделируем напряженно-деформированное состояние в точке P3 заготовки. С этой целью получены выражения для определения накопленной деформации и показателя напряженного состояния.

Согласно (3), соотношение для накопленной деформации принимает вид [4, 16, 17]:

$$\varepsilon_u(t, m, \xi) = \frac{2}{3} \cdot m \cdot \sqrt{3} \times \int_0^t \sqrt{\frac{\xi^2 - \xi + 1}{\cos^4(\tau)} - \frac{2 \cdot \xi^2 - 5 \cdot \xi + 2}{\cos^2(\tau)} + (2 - \xi)^2} d\tau \quad (4)$$

Применение теории течения и условия отсутствия радиального напряжения на свободной боковой поверхности, позволило получить соотношение для показателя напряженного состояния [4, 16, 17]:

$$\eta(t, \xi) = \frac{6 \cdot (-\xi - (2 - \xi) \cdot \cos^2(t) + 1)}{\sqrt{9 + 3 \cdot (1 - 2 \cdot \xi - 2 \cdot (2 - \xi) \cdot \cos^2(t))^2}} \quad (5)$$

С использованием соотношений (4) и (5), построено траекторию деформаций в соответствии с комбинированной методикой имитационного и экспериментально-аналитического моделирования (рис. 9).

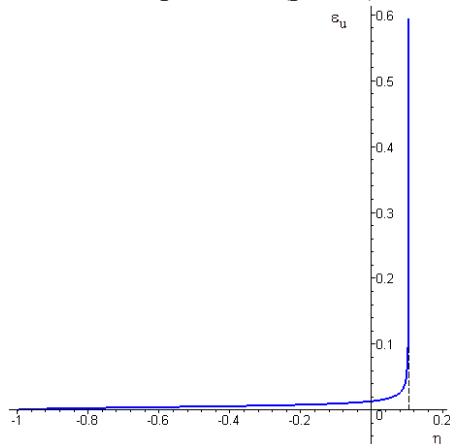


Рис. 9. Траектория деформаций потенциально опасной точки P3 цилиндрической заготовки согласно комбинированной методике (расчеты по соотношениям (6), (7))
 Fig. 9. The trajectory of strain the potential dangerous point P3 of the cylindrical billet by combined method (calculation of the ratio (6), (7))

ВЫВОДЫ

Проведенный анализ результатов моделирования процесса деформирования свидетельствует о том, что на свободной боковой поверхности заготовки при отмеченных выше параметрах вальцовки буквально на начальных этапах деформирования реализуется стабильное напряженное состояние, близкое к одноосному растяжению. При этом наиболее опасной, с точки зрения разрушения, есть средняя по высоте боковая поверхность цилиндрической заготовки, в которой напряженное состояние наиболее "жесткое", и область в центре симметрии – с наибольшей накопленной деформацией.

Проведенное исследование НДС опасной с точки зрения накопления повреждений точки P3 заготовки при вальцовке согласно комбинированной методике, в которой использовали полученную при имитационном моделировании зависимость между компонентами деформаций, также свидетельствует, что на свободной боковой поверхности на начальных этапах деформирования реализуется стабильное напряженное состояние, но оно соответствует комбинированию сдвига и растяжения. Полученные результаты моделирования требуют дополнительного исследования, что есть одним из направлений дальнейшей работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Opredeleniye vozmozhnosti poyavleniya defektov pri shtampovke pokovok s primeneni- yem protsessa val'tsovki podgoto-vitel'nykh ruch'yev / [S. A. Skryabin, I. V. Gun'ko, D. S. Chayka, I. A. Bubnovskaya] / Obrabotka materialov davleniyem: sbornik nauchnykh trudov. – Kramatorsk : DGMA. – 2010. – №3(24). – 76–81.
2. Matviychuk V. A., Aliyev I. S. 2009. Sovershenstvovaniye protsessov lokal'noy rotatsionnoy obrabotki davleniyem na osnove analiza deformiruyemosti metallov: monografiya – Kramatorsk: DGMA, – 268. ISBN 978-966-379-317-7.
3. Skryabin S. A., Gun'ko I. V., Bubnovskaya I. A. 2011. Issledovaniye neravno-mernosti deformatsii i raspredeleniya tempera-turnogo polya v ochage deformatsii s uchetom razvitiya deformatsii vo vremeni // Tekhno-logicheskiye sistemy: nauchno-tekhnicheskii zhurnal . –

- Kiyev: Tekhnologicheskkiye sistemy. — №1(54). — 50–53.
4. Gun'ko I. V. 2012. Otsinka hranychnykh mozhlyvostey protsesu ta deformivnosti materialiv pry formuvanni zahotovok val'tsyuvannyam // Visnyk Nat-sional'noho tekhnichnoho universytetu "KHPI". Zbirnyk naukovykh prats'. Tematychnyy vypusk: Novi rishennya v suchasnykh tekhnolohiyakh. — Kharkiv: NTU "KHPI" — №47(953) — 23–28.
 5. Ogorodnikov V. A. 1983. Otsenka deformiruyemosti metallov pri obrabotke davleniyem / V. A. Ogorodnikov — K. : Vyshcha shk., — 200.
 6. Mykhalevych V. M. 1998. Tenzorni modeli nakopychennya poshkodzen' / V. M. Mykhalevych — Vynnytsya : UNIVERSUM—Vynnytsya,— 195. — ISBN 966-7199-20-7.
 7. Dobranyuk Yu. V., Aliyeva. L. I., Mykhalevych V. M. 2010. Modelyuvannya za dopomohoyu prohrannoho kompleksu DEFORM 3D napruzhenno-deformovanoho stanu na bichniy poverkhni tsylindrychnoho zrazka pid chas tortsevoho stysnennya // Obrabotka metallov davleniyem : sbornyk nauchnykh trudov. — Kramatorsk : DHMA.— №4(25). —3–10.
 8. Pesin A. M., Salganik V. M., Pustovoytov D. O. Modelirovaniye formo-izmeneniya poverkhnostnykh treshchin neprery-vnolitogo slyaba pri chernovoy prokatke na shirokopolosnom stane // [Elektronniy resurs] — 3. Rezhim dostupu do roboty: http://www.thesis.com.ru/infocen-ter/downloads/deform/deform_es10_maggtu-2.pdf.
 9. Zheglova V., Nikolenko I., Sosnowski St. 2007. Researches of geometrical parameters of the rotary allocator of variable displacement axial piston hydromachine // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture — Lublin, Vol. 7. 286–292.
 10. Dolgova Ye. 2009. Chislennoye issledovaniye napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya elementov opornykh stoyek morskikh stal'nykh ledostoykikh platform / Ye. Dolgova // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture — Lublin, Vol. 11B. 72–77.
 11. Włodarczyk M., Kuczmaszewski J. 2009. Analiza wpływu wielkości niedoklejenia na wytrzymałość zakładkowych połączeń klejowych // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture — Lublin, Vol. 11C. 120–129.
 12. Andrejko D., Kania M., Łatka A., Rydzak L. 2011. Wpływ obrybki cieplnej promieniami podczerwonymi na proces przemiału ziarna pszenicy odmiany korynta // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture — Lublin, Vol. 13. 7–13.
 13. Gulyi A., Kobyzska. A. 2012. Pumping equipment effectiveness increase by means of ejector application as preliminary stage for high-speed pump units // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture — Lublin, Vol. 14. No. 1. 158–163.
 14. Chausov N., Berezin V., Pilipenko A. 2012. Modelirovaniye mekhani-cheskoy sistemy ispytatel'naya mashina — ustroystvo dlya impul'snogo vvoda energii v sistemu — obrazets // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture — Lublin, Vol. 14. No. 3. 206–214.
 15. Milenin A., Kustra P. 2008. The multiscale FEM simulation of wire fracture phenomena during drawing of Mg alloy // Steel Research International. — № 79. — 717–722.
 16. Mikhalevich V. M., Lebedev A. A., Dobranyuk YU. V. 2011. Modelirovaniye plasticheskogo deformirovaniya tsilindricheskogo obraztsa pri tortsevom szhatii // Probl. prochnosti. — № 6. —5–22.
 17. Mikhalevich V. M., Lebedev A. A., Dobranyuk YU. V. 2011. Modeling of plastic deformation in a cylindrical specimen under edge compression // Strength of Materials. — Volume 43, Number 6, 591–603, DOI: 10.1007/s11223-011-9332-7.
 18. Mikhalevich V. M., Krayevs'kiy V. A., Dobranyuk YU. V. 2009. Modelirovaniye pre-del'nykh deformatsiy na svobodnoy poverkhnosti pri osesimmetrichnoy osadke // Progressivnyye metody i tekhnologicheskoye osnashcheniye protsessov obrabotki metallov davleniyem: mat. mezhdunarod. nauch.-tekhn. konf. — Balt. gos. tekhn. un-t., SPb. 108–112. — ISBN 978-5-85546-474-0.
 19. Mikhalevich V. M., Dobranuk Y. V., Kraevsky V. A., Mikhalevich O. V. 2008. Dependence of plastic ultimate strain from a friction at end faces at axisymmetric compression // Bulet. Inst. Politehnic Din Iasi. — Iasi. — Tomul LIV(LVIII), Fasc. 3-4 — 49–53.

20. Mykhalevych V. M., Dobranyuk YU. V., Trach YE. A. 2011. Vyznachennya hranychnykh deformatsiy bichnoyi poverkhni tsylindrychnykh zrazkiv pid chas visesymetrychnoho osadzhennya za dopomohoyu imitatsiynoho modelyuvannya // Visnyk Natsional'noho tekhnichnoho universytetu "KHPI". Zbirnyk naukovykh prats'. Tematychnyy vypusk: Novi rishennya v suchasnykh tekhnolohiyakh. – Kharkiv: NTU "KHPI" — №45 – 104–107.
21. Mikhalevich V. M., Matviychuk V. A., Dobranyuk YU. V., Trach Ye. A., Zaykova V. S. 2012. Postanovka i reshe-niye chastnogo sluchaya osnovnoy zadachi teorii summirovaniya povrezhdeniy // Visnyk Natsional'nogo tekhnichnoho universitetu "KHPI". Zbirnik naukovykh prats'. Tematichniy vipusk: Novi rishennya v suchasnykh tekhnolohiyakh. – Kharkiv: NTU "KHPI" –. – №47(953) – 67–71.
22. Mikhalevich V. M., Matviychuk V. A., Dobranyuk YU. V., Trach Ye. A. 2012.

Prohnozuvannya hranychnoho stanu bichnoyi poverkhni tsylindrychnykh zrazkiv pry tortsevomu stysnenni // Obrabotka metallov davlenyem: sbornyk nauchnykh trudov. – Kramatorsk: DHMA — №1(30) –24–30.

ESTIMATION OF DEFORMABILITY BILLETS DURING ROLLING

Summary. Forming analyzed and solved the problem of determining the stress-strain state of a cylindrical billet during rolling using simulation in the software package DEFORM 3D. Patterns of forming and distribution of the accumulated damages to the billet during deformation is received. A study of dangerous, in terms of damage accumulation, points billet is performed. For this it was constructed and analyzed the trajectory of deformation at these points of the billet.

Key words: stress-strain state, free surface of the billet, stress state parameter, accumulated strain, accumulated damage, rolling.