

УДК 621.787.4

**ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛУБИНЫ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ
ВАЛА ИЗ СТАЛИ 40 ПРИ РАЗНЫХ РЕЖИМАХ ОБКАТЫВАНИЯ
РОЛИКОМ СО СТАБИЛИЗАЦИЕЙ РАБОЧЕГО УСИЛИЯ**

*Бутаков Б.И., д.т.н., профессор, Артюх В.А., ассистент,
Баранова Е.В., ассистент*

Николаевский национальный аграрный университет

Исследования распределения микротвёрдости по глубине показали, что после обкатывания вала роликом создаётся достаточно однородный по структуре и свойствам поверхностный слой, который обеспечивает заданное качество материала в течение всего ресурса работы детали.

Дослідження розподілу мікротвердості по глибині показали, що після обкатування валу роликом створюється достатньо однорідний по структурі і властивостям поверхневий шар, який забезпечує задану якість матеріалу протягом всього ресурсу роботи деталі.

Сталь 40 находит широкое применение в качестве конструкционного материала [1]. Из стали 40 изготавливают детали тракторов, комбайнов, автомобилей, которые работают в условиях циклических и ударных нагрузок, в коррозионной среде, в условиях трения: валы коробки передач и распределительные валы, шестерни и др. В связи с этим высокий уровень прочности, твердости, коррозионной стойкости, износостойкости поверхностного слоя должен сочетаться с достаточной ударной вязкостью.

Современная техника для упрочнения поверхностных слоев, которые в большинстве случаев определяют служебные характеристики деталей машин, включает целый ряд методов: химико-термическую обработку, закалку ТВЧ, лазерную обработку и т. д. Для массового производства широкое применение для упрочнения поверхностных слоев деталей машин нашла обкатывания роликом.

При осуществлении технологического процесса обкатывания наиболее широко применяются сферические или торообразные ролики и при больших углах вдавливания ролика в направлении его подачи на обкатанной

поверхности детали появляется волнистость с шагом, отличным от величины подачи.

Основной причиной появления волнистости многие исследователи считают наличие торцевого биения ролика, приводящего к переменной подаче обкатывания. Для предотвращения появления волнистости при чистовом обкатывании рекомендуют принимать угол вдавливания, значением $2 - 3^{\circ}$ (что, однако, ограничивает шероховатость обкатанной поверхности величиной $40 < R_z < 80$ мкм, а для уменьшения волнистости – использовать ролики с точным рабочим профилем и чаще их перешлифовывать. При упрочняющем обкатывании тонкий поверхностный слой для исключения волнистости поверхности сошлифовывают или стачивают, это существенно уменьшает эффективность упрочнения [2].

С помощью универсального динамометра УДМ конструкции ВНИИ были измерены составляющие усилия P обкатывания торообразным роликом валов диаметром 100-200 мм из стали 40 (200 НВ) на токарном станке с помощью устройства, показанного на рис. 1.

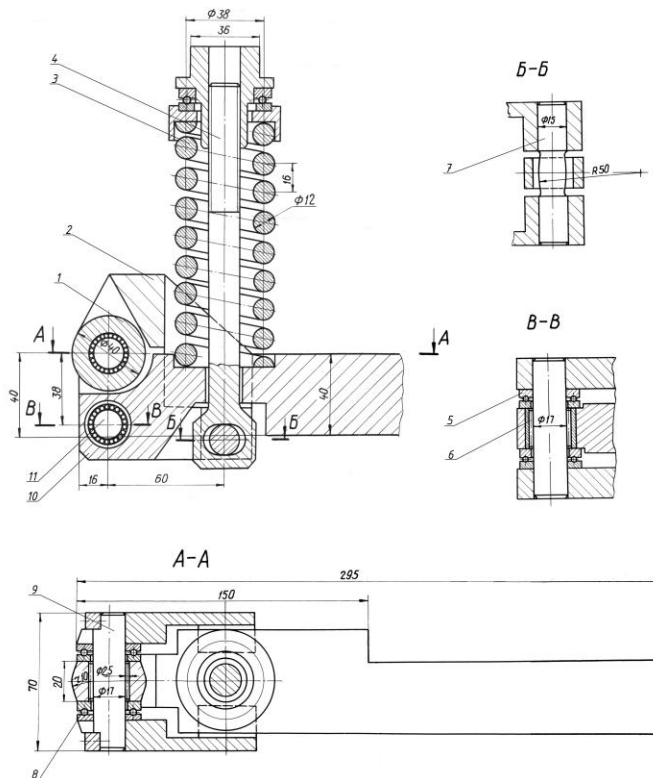


Рис. 1 Устройство для обкатывания деталей торообразным роликом со стабилизацией усилия обкатывания

Ролик 1 установлен через подшипники 8 на оси 9. Усилие пружины 3 через тягу 4, ось 7 и рычаг 2 передается на ролик 1 и прикладывается к детали. Рычаг 2 установлен на оси 11 с помощью игольчатого 6 и упорных 5 подшипников и легко поворачивается относительно корпуса 10. В устройстве вместо подшипников качения 5 и 6 могут быть установлены подшипники скольжения.

На рис. 2 показана осциллограмма составляющих усилия P , полученная при установке роликового узла на опорах скольжения, т.е. применительно к конструкции устройств, используемых на заводах для упрочняющего или чистового обкатывания стальных деталей.

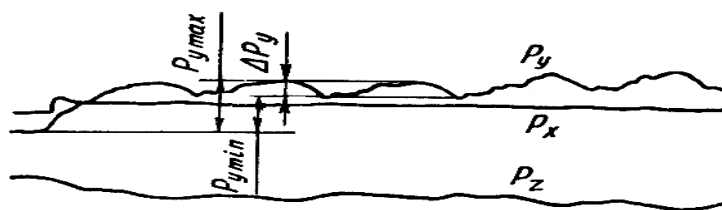


Рис. 2. Осциллограмма составляющих усилия P обкатывания:

P_x – касательное усилие качения ролика; P_y – нормальное усилие поджима ролика к детали; P_z – усилие подачи

Номинальное значение усилия поджима ролика к детали, $P_{yn} = 5$ кН, а соотношение: $P_{xn} : P_{yn} : P_{zn} = 0,15 : 5 : 1,5$. Сила P_x в процессе обкатывания остается практически постоянной, а силы P_y и P_z с каждым оборотом ролика периодически изменяются; амплитуда колебания силы P_y составляет $\Delta P_y = 0,45$, а сила P_z (в направлении подачи) изменяется менее заметно. При установке роликового узла на подшипниках качения, как показали измерения, $\Delta P_y < 0,03 P_{yn}$, а колебания сил P_x и P_y практически не обнаружены.

Коэффициент трения в подшипниках скольжения составляет $f_c = 0,05 \div 0,1$, а в подшипниках качения $f_k = 0,003 \div 0,008$, поэтому стабилизация силы P при установке роликового узла на подшипниках качения достигается существенным уменьшением сил трения в опорах. Силы трения в опорах, складываясь с рабочим усилием пружинящего элемента обкатного устройства,

вливают на величину усилия P обкатывания; при наличии же радиального биения ролика силы трения в процессе обкатывания становятся переменными по величине и направлению. Это позволило предположить, что основной причиной появления волнистости является наличие колебания усилия P обкатывания при каждом обороте ролика в результате его радиального биения [2, 3].

Рассчитаем шаг волны S_w при некратных отношениях D_d/D_p , где D_d , D_p соответственно диаметры детали и ролика. Точками на развертке следа ролика при качении его по детали отмечены места максимального значения усилия P (рис. 3).

Точки, сдвигаясь по поверхности детали, образуют винтовые линии с шагом S_w , превосходящим величину S подачи ролика. Вдоль этих линий деформация металла поверхностного слоя детали получается большей, чем в промежутках между ними, чем и определяется появление волнистости. Из подобия треугольников ABC и A_1B_1C получим:

$$S_w = D_p S / (D_p N - D_d), \quad (1)$$

где: $N = D_d/D_p + 1$ (здесь D_d/D_p - целая часть отношения). Данное выражение справедливо для случая, исключая проскальзывание ролика по детали при их взаимном вращении, при наличии скольжения фактический шаг волны может значительно отличаться от расчетного. Разворотом оси ролика вокруг перпендикуляра к поверхности контакта в ту или другую сторону можно изменить степень проскальзывания ролика и тем самым повлиять на величину S_w .

Стабилизируя с помощью установки роликового узла на подшипниках качения усилие P , можно исключить появление волнистости при больших углах вдавливания, которые свойственны даже упрочняющему обкатыванию. При этом удастся получить шероховатость поверхности $R_a = 0,08 - 0,32$ мкм при исходной $R_z = 80 - 160$ мкм, и кроме того, совместить чистовое и упрочняющее обкатывание.

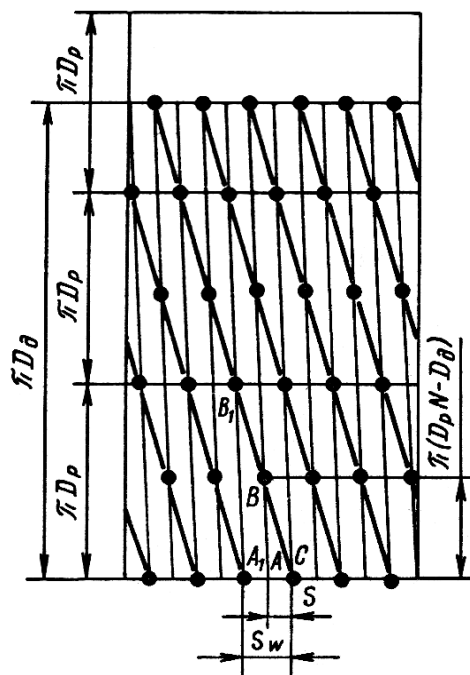


Рис. 3. Схема расчета шага S_w волны при обкатывании роликами

После изготовления устройства произведено обкатывания вала из стали 40 диаметром 50 мм (рис 4).

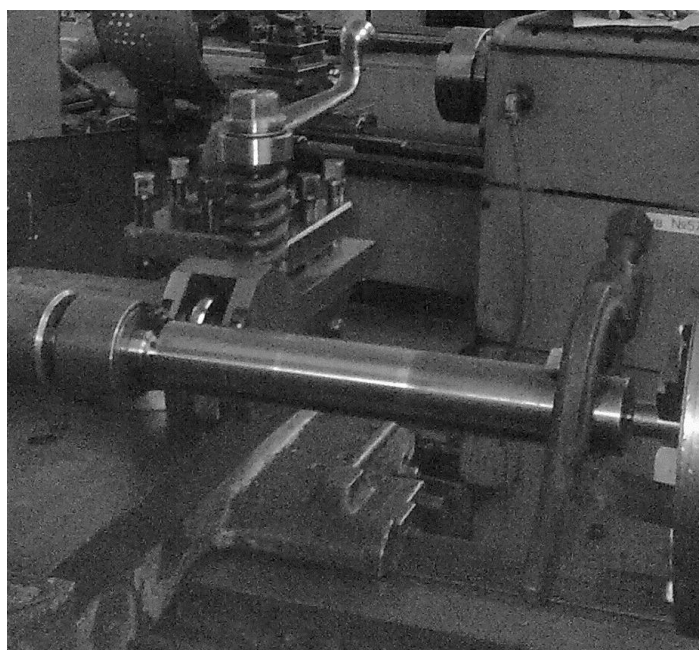


Рис. 4. Обкатывание вала роликом на токарно-винторезном станке 1К62

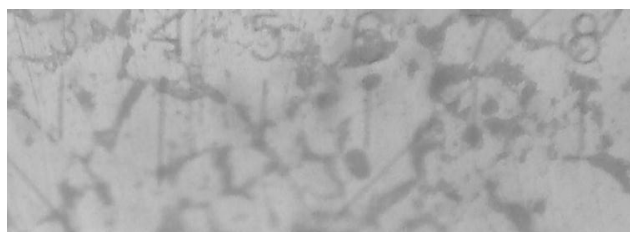
Вал был установлен в центрах и поводковый патрон, а устройство было зажато в резцедержатель станка.

Обкатывания производилась по двум режимам, чистовой с усилием обкатывания $0,75 \text{ кН}$ и упрочняющий с усилием 3 кН . Усилие было подобрано по номограмме [3] и осуществлялось с помощью сжатия пружины устройства. Обкатывания производилась с частотой вращения детали 315 об/мин и подачей $0,07 \text{ мм/об}$. Перед обкатыванием вал смазывался индустриальным маслом И-20. После обкатывания вал был порезан на образцы шириной 11 мм . По периметру образец, перед тем как его полировать, заливался самотвердеющей пластмассой “ПРОТАКРИЛ-М”, для того чтобы не завалить торцы при полировке (рис. 5).



Рис. 5. Образцы подготовленные для исследования микротвердости

Микроструктура обкатанного образца приведена на рис. 6. Перед измерением микротвердости сталь травилась 3% раствором азотной кислоты для выявления микроструктуры.



а



б

Рис. 6. Микроструктура поверхностного слоя вала из стали 40 ($\times 500$):

а – до обкатывания; б – после обкатывания с усилием 3 кН

После обкатывания вала из стали 40, как видно из рис. 6, ферритные и перлитные зерна вытянуты в направлении качения ролика.

Измерения микротвердости выполнялись на приборе ПМТ –3 по глубине через $0,2 \text{ мм}$. Изображение отпечатков микротвердости приведено на рис. 7. На

экране монитора можно изображение увеличивать, изменять яркость и резкость. Это очень важно для материалов, имеющих очень неоднородную микроструктуру.



Рис. 7. Измерение отпечатков микротвердости на приборе ПМТ-3 ($\times 500$)

По результатам измерения микротвердости были построены графики изменения микротвердости по глубине рис. 8.

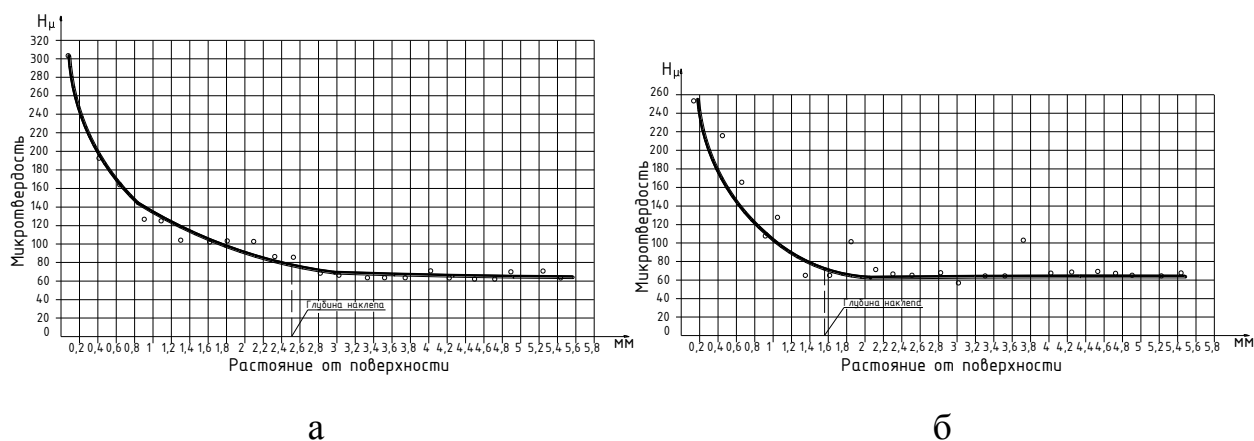


Рис. 8. Изменение микротвердости по глубине:

- а – образец, обкатанный с упрочняющим режимом при усилии 3кН;
- б – образец, обкатанный с чистовым режимом при усилии 0,75 кН

Глубина упрочненного слоя, обкатанного при усилии 3 кН составляет 2...2,6 мм, а вала, обкатанного при усилии 0,75 кН составляет 1...1,6 мм.

Твердость на глубине достаточно резко начинает снижаться, что является свидетельством малой ширины переходной зоны.

Способ обкатывания деталей роликами со стабилизацией усилия обкатывания позволяет получать упрочненный слой различной толщины с достаточно высокой и однородной твердостью, а также износостойкостью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Браславский В.М. Технология обкатки крупных деталей роликами. / Браславский В.М. 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1975. – 160 с.
2. Бутаков Б.И. Усовершенствование процесса чистового обкатывания деталей роликами / Б.И. Бутаков. Вестник машиностроения. - 1984. - № 7. - С. 50 – 53.
3. Бабей Ю.И. Поверхностное упрочнение металлов. / Ю.И. Бабей, Б.И. Бутаков, В.Г. Сысоев – К.: Наукова думка, 1995. – 255 с.

УДК 631.355.06

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ТРАВМУВАННЯ КАЧАНА КУКУРУДЗИ ПРИ ЙОГО ВІДОКРЕМЛЕННІ

Завірюха М.В., асистент

Миколаївський національний аграрний університет

У статті приведені результати експериментальних досліджень визначення допустимого ударного імпульсу качана кукурудзи при його відриві на стріперних пластинах в кукуруддозбиральному апараті. В результаті експериментальних досліджень вибрано оптимальне поєднання досліджуваних факторів.

В статтє приведенє результати експериментальних исследований определения допустимого ударного импульса початка кукурузы при его отрыве на стрипперных пластинах в кукурузоуборочных аппарате. В результате экспериментальных исследований, выбрано оптимальное сочетание исследуемых факторов.

Постановка проблеми. Технологічний процес відокремлення качанів кукурудзи від стебел, в усьому комплексі заходів по збирання кукурудзи на зерно, займає досить значуще положення і впливає на якісні та кількісні