

Заключение. Проведенный конечно-элементный анализ позволяет получить результаты оценки напряжений, перемещений, коэффициента запаса прочности и деформаций и тем самым автоматизировать проектирование элементов привода. Проведение расчетов по представленной методике позволяет не только сократить время на расчеты, но и подобрать оптимальные конструктивные параметры элементов привода.

Список цитируемых источников

1. T-Flex анализ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.directorinfo.ru/article.aspx?id=7973&iid=318>. — Дата доступа: 05.10.2019.
2. Волостных, И. О. Анализ нагружения эксцентрикового вала вибровалкового измельчителя / И. О. Волостных, Л. Л. Сотник, О. И. Наливо // Содружество наук. Барановичи-2019 : материалы XV Междунар. науч.-практ. конф. молодых исследователей, Барановичи, 16 мая 2019 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Баранович. гос. ун-т. — Барановичи : БарГУ, 2019. — С. 116—118.
3. АРМ FEM система прочностного анализа для КОМПАС-3D / Научно-технический центр «Автоматизированное Проектирование Машин». — М., 2014. — С. 22.

УДК 621.785.532

М. В. Нерода¹, С. А. Саханько², А. С. Осташко², Ю. П. Нерода², Д. В. Калоша²
¹Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», Брест
²Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ТЕХНОЛОГИЯ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО АЗОТИРОВАНИЯ ДИСКОВЫХ НОЖЕЙ

Введение. В технике, связанной с переработкой пищевой промышленности, используются ножи с клиновидной заточкой, в том числе дисковые ножи. Повышение стойкости таких ножей является важной задачей, так как позволяет экономить материальные и трудовые ресурсы.

Из большого многообразия методов повышения работоспособности режущих инструментов следует выделить методы химико-термической обработки, которые в последние годы находят все более широкое применение.

Одной из современных технологий, позволяющей заметно (в несколько раз) повысить износостойкость режущего инструмента, является ионно-плазменное азотирование (далее — ИПА) [1; 2]. Процесс ИПА реализуется при температурах 450...600 °С в газовой среде, состоящей из азота, аргона и водорода. Свойства упрочненного слоя (твердость приповерхностного слоя до $HV\ 1\ 100$, его глубина до 0,4...0,5 мм, профиль микротвердости по глубине и другие характеристики) зависят от химического состава стали или чугуна и управляются благодаря возможности управления процессом насыщения изменением параметров процесса [3].

Основная часть. Целью работы являлось исследование влияния режимов ИПА обеспечивающих требуемую твердость режущей части дискового ножа, используемого для резки куриных желудков. Материал, из которого изготовлен дисковый нож, — сталь 18ХГТ. Химический состав стали 18ХГТ представлен в таблице 1.

Азотирование образцов проводилось на установке плазменного азотирования государственного научного учреждения «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси» (рисунок 1).

Т а б л и ц а 1 — Химический состав стали 18ХГТ

Показатель	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu	Fe
Содержание химического элемента в стали, %	0,17...0,23	0,17...0,37	0,8...1,1	До 0,3	До 0,035	До 0,035	1,0...1,3	0,03...0,09	До 0,3	~96



Рисунок 1 — Установка ИПА



Рисунок 2 — Микроскоп металлографический
МЕТАМ ЛВ-32 (Ю-33.25.416)

Данная установка состоит из рабочей вакуумной камеры, шкафа управления, системы откачки, системы водяного охлаждения, соединительных кабелей и магистралей. Рабочая камера состоит из неподвижного основания, на котором установлены: система охлаждения с прибором управления температурой рабочей камеры, манометр давления воды в системе питания и манометр рабочего давления камеры, в которой производится обработка деталей. На дверце камеры имеется смотровое окно со шторкой, на крышке — узел подвеса и магистраль подачи рабочих газов, к задней стенке подведена магистраль откачки газов. Управление работой установки и контроль за ходом процесса осуществляются автоматически посредством специализированного контроллера, расположенного на стенке шкафа управления.

Для измерения микротвёрдости образца был применён портативный цифровой твердомер МЕТ-УДА. В данном методе твердость определяется электронным способом посредством измерения изменения ультразвуковой частоты по шкале Роквелла.

Измерение и изучение характеристик модифицированного азотного слоя, а также его распределение проводилось с использованием металлографического микроскопа МЕТАМ ЛВ-32 (Ю-33.25.416) при увеличении в 500 раз (рисунок 2).

Основным показателем физико-механических свойств после ИПА является твердость поверхностного слоя.

В таблице 2 представлены данные измерения твердости поверхности опытных образцов ножей после ИПА.

Режимы азотирования, при которых обеспечивается требуемая твердость рабочих поверхностей дисковых ножей, содержат выдержку в два этапа: прогрев в смеси в камере 50 % N_2 + 50 % Ag ; температура азотирования 500 °С при концентрации азота 35 %; предельное напряжение 600 В; предельный ток 20 А; нагрев в течение 7 часов до рабочей температуры; остывание в камере до температуры 50 °С.

Т а б л и ц а 2 — Результаты исследования твердости поверхности дискового ножа

Образец	Твёрдость, <i>HRC</i>			
	до азотирования		после азотирования	
	Значение	Среднее значение	Значение	Среднее значение
1	43,4	42,0	67,3	68,9
	42,3		67,8	
	40,1		70,1	
	42,5		70,6	
2	41,5	41,9	71,2	67,7
	42,1		67,2	
	43,2		67,3	
	41,1		65,2	
3	41,2	42,2	65,3	65,1
	43,4		64,8	
	42,1		62,7	
	42,3		67,8	
4	43,4	42,3	71,0	66,5
	41,4		69,5	
	42,3		68,6	
	42,3		67,8	

Заключение. Промышленные испытания показали, что после обработки методом ИПА удалось увеличить стойкость дисковых ножей для резки куриных желудков в 2,5 раза.

Список цитируемых источников

1. Пастух, И. М. Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде / И. М. Пастух. — Харьков : ННЦ ХФТИ, 2006. — 361 с.
2. Бикин, Х. М. Неравновесная термодинамика и физическая кинетика / Х. М. Бикин, И. И. Ляпилин. — Екатеринбург : УрО РАН, 2009.
3. Поболь, И. Л. Методы высокоэнергетической обработки материалов. Опыт освоения в промышленности / И. Л. Поболь // Вестн. Бр. гос.-тех. ун-т. — 2018. — № 4. — С. 64.

УДК 620.178

С. Р. Онысько

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», Брест

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛА НА ПРОЦЕСС ПРОБИВКИ ОТВЕРСТИЯ ШТАМПОВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Введение. Многообразие форм и размеров изготавливаемых деталей машин и механизмов требует различных типов штампов и характерного режущего инструмента. Несмотря на устоявшиеся технологии их изготовления, существует необходимость в совершенствовании некоторых элементов оборудования [1] в связи с появлением новых материалов, скоростных методов их обработки, а также предъявляемых требований к качеству обрабатываемых изделий. Это приводит к необходимости более рационально подбирать комплектующие детали для процесса штамповки или повысить срок службы за счет нанесения на поверхность инструмента упрочняющих покрытий, качественно работающих в условиях знакопеременных ударных нагрузок [2; 3]. Одной из операций штамповки является пробивка, имеющая цель получить в вырубленной детали отверстия путем отделения при помощи пробивного штампа части материала по замкнутому контуру.

Основная часть. В рассматриваемой работе примером операции штамповки является деталь «Тяга» (рисунки 1) из стали 20 (ГОСТ 1050-88), изготавливаемая на машиностроительном предприятии ОАО «Брестмаш», которая входит в сборочную единицу «Шарнир», используемую практически во всех газовых плитах различных модификаций в странах ближнего и дальнего зарубежья для крепления, открытия и закрытия дверки духовки.

Технология изготовления детали «Тяга» состоит из двух операций: вырубной и зачистно-пробивной. Формирование требуемых размеров осуществляется с использованием различного штампового инструмента (круглых пуансонов — пробивка двух отверстий диаметрами $4,1^{+0,1}$ мм, $4,15^{+0,05}$ мм и одного отверстия диаметром $6,20^{+0,05}$ мм, одного прямоугольного — для пробивки паза, а также фасонного пуансона для зачистки рабочего контура детали). Особую трудность в достижении технических требований конструкторской документации вызывает операция пробивки двух отверстий меньшего диаметра, так как в 40 % случаях выход оснастки из строя происходит из-за поломки пробивных пуансонов диаметром $4,16_{-0,01}$ мм.

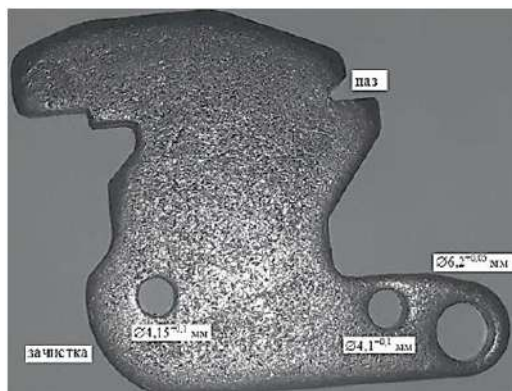


Рисунок 1 — Формируемая деталь в процессе штамповки