

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОТБОРТОВКИ ПОД РЕЗЬБУ

Александр Владимирович Ромасенко

*Магистр 2 года,*

*кафедра «Технологии обработки давлением»*

*Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана*

*Научный руководитель: В.А.Демин,*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии обработки давлением»*

*Ключевые слова:* *машиностроение, отбортовка, прочность, резьбовое соединение, отверстие.*

*Аннотация:* *Представлены расчетные и экспериментальные данные прочности резьбового соединения на срез в отверстиях с отбортовками и с предварительной осадкой борта в торец.*

В машиностроении широко применяются изделия из заготовок толщиной 2,0 мм (кожухи, кузова, крышки, и др.), которые предусматривают резьбовое крепление к ним различных комплектующих деталей. Одной из проблем работоспособности резьбового соединения является обеспечение длины свинчивания. Для увеличения длины свинчивания применяется гибка листов, приварка втулок, предварительная пробивка отверстий и другие методы. Однако существующие способы не обладают достаточной технологичностью, а также увеличивают расход вспомогательных материалов и трудоёмкость.

Помимо традиционных способов отбортовки известны различные методы интенсификации этого процесса:

- а) с приложением давления по периметру отверстия;
- б) с приложением давления по нормали к образующей.
- в) с приложением меридиональных давлений;
- г) с воздействием давления на кромку отбортовываемого отверстия.

Также известны схемы получения отверстий с бортом под резьбу при помощи конических пуансонов путем набора металла в зону борта или местного нагрева в области обрабатываемого отверстия.

- а) реверсивная отбортовка;
- б) отбортовка вращающимся пуансоном

Классические технологические способы получения отбортовки имеют определенные недостатки, связанные с низкими предельными возможностями этого процесса (что ограничивает высоту получаемого борта). Поэтому данная работа посвящена исследованию интенсификации процесса отбортовки путем осадки борта в торец.

**Исходными данными** для проведения исследования являются:

- схема интенсификации процесса отбортовки (рис.1);
- толщина материала заготовки:  $s = 2 \pm 0,16$  мм;
- технологический процесс (отбортовка проводится для последующего нарезания на внутренней поверхности борта резьбы М12 с шагом 1,75);
- диаметр пуансона в соответствии с ГОСТ 19257-73 будет равен 10,2мм.

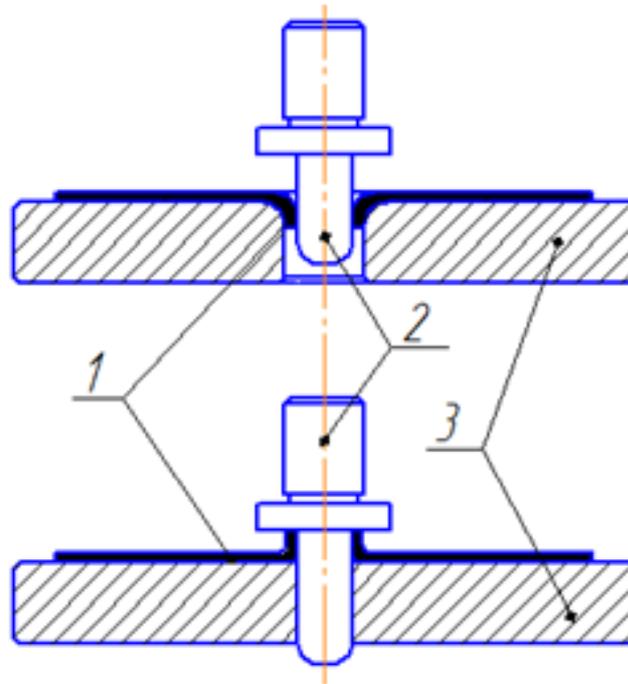


Рис. 1. Схема интенсификации процесса отбортовки  
1 – заготовка; 2 – пуансон; 3 - матрица

Минимальный коэффициент отбортовки  $k = 0,48$  (при  $D/s = 5,1$ ). Тогда:  
 $d = D \cdot k = 4,896$  мм,

где  $d$  – диаметр отверстия до отбортовки;

$D$  – диаметр отверстия после отбортовки (равен диаметру пуансона).

Принимаем  $d = 5$  мм.

Пересчитаем коэффициент отбортовки:

$$k = d/D = 0,49.$$

Анализ теоретического исследования в программе QForm показал, что высота цилиндрической части борта увеличилась после операции осадки борта в торец на 21% (с 2,76 мм до 3,47 мм).

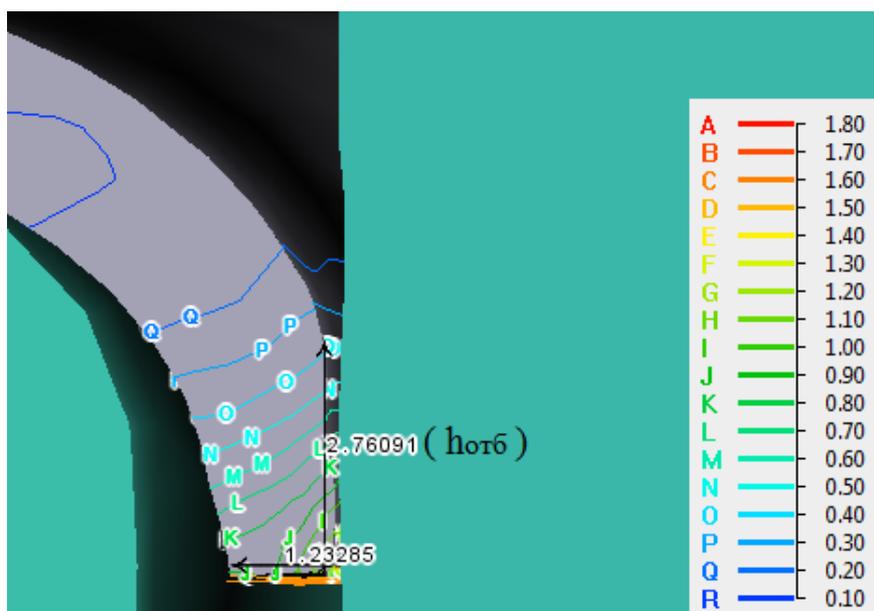


Рис. 2. Результаты моделирования процесса отбортовки

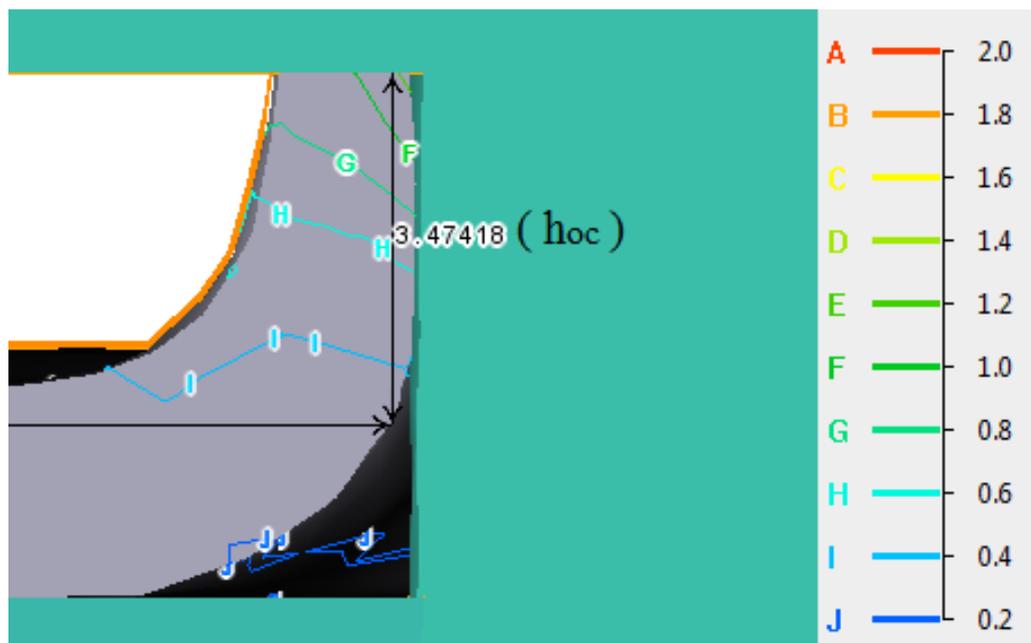


Рис. 3. Результаты моделирования процесса осадки борта в торец

Разрушение резьбовых соединений (при статических и переменных нагрузках) происходит, как правило, из-за среза витков резьбы, а также из-за разрушения болтов и шпилек по резьбовой части. Сила, вызывающая срез витков резьбы гайки, равняется [5]:

$$F_{ср} = \pi \cdot d \cdot L_{св} \cdot K_r \cdot K_m \cdot \tau_{ср}$$

где  $d$  – наружный диаметр внутренней резьбы;

$L_{св}$  – длина свинчивания резьбового соединения;

$K_r$  – коэффициент полноты резьбы, характеризующий длину контакта (перекрытие) витков резьбы болта и гайки (для метрической резьбы M12×1,75  $K_r = 1,53$  [5]);

$K_m$  – коэффициент, учитывающий неравномерность деформирования витков по высоте гайки при наличии пластической деформации ( $K_m = 0,75$  [5]);

$\tau_{ср}$  – предел прочности на срез.

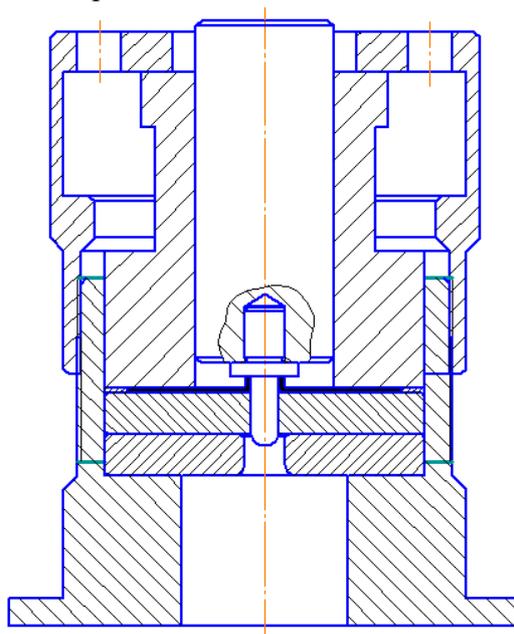


Рис. 4. Универсальная оснастка для проведения эксперимента

Для проведения натурального эксперимента было подготовлено 4 образца диаметром 80 мм с отверстием под отбортовку. На операцию осадки борта в торец передавалось 3 образца, четвертый отбортованный образец принимался за контрольный. Эксперимент проводился на испытательной машине INSTRON с использованием универсальной оснастки (рис. 4).

Осадка первого образца проводилась без прижима. Вследствие его отсутствия произошла деформация, образовавшая его изгиб и отрыв от матрицы. Ход пресса – 2,5мм. Осадка второго и третьего образцов проводилась с прижимом.

На полученных образцах была нарезана резьба М12 со стандартным шагом 1,75 (рис. 5) и проведены испытания резьбы на срез.



Рис. 5. Полученные образцы

Результаты исследования приведены в табл.1:

Таблица 1 – Результаты испытаний

№ обр.	h <sub>отб</sub> , мм	h <sub>ос</sub> , мм	Δh, %	Кол-во витков (полных)	Кол-во витков (точное)	Сила среза (э), кН	Сила среза (р), кН
1	2,8	3,8	36	2	2,171	15,5	32,9
2	2,6	3,9	50	2	2,229	17,2	33,7
3	3	3,8	27	2	2,171	-	32,9
4	2,7	-	-	1	1,543	12,8	23,4

$$\Delta h = \frac{h_{ос} - h_{отб}}{h_{отб}} \cdot 100\%,$$

где h<sub>отб</sub> и h<sub>ос</sub> – высота цилиндрической части борта образцов после отбортовки и осадки соответственно (рис.2,3).

Из таблицы следует, что для всех образцов расчетная нагрузка на срез витков резьбы меньше экспериментальной. Такое различие может быть связано с пластическим упрочнением в зоне формообразования отверстий.

**Выводы:**

- высота цилиндрической части борта образца №1 после проведения операции осадки борта в торец увеличилась на 36%, образца №2 – на 50%, и образца №3 – на 27%;
- количество полных витков резьбы, которое можно нарезать на внутренней поверхности борта, у осаженных образцов увеличилось с 1 до 2;
- максимальная сила среза, которую выдерживает нарезанная резьба, у осаженных образцов №1 и №2 выше, чем у контрольного на 21% и 34% соответственно;
- учитывая результаты исследования можно утверждать, что операция осадки борта в торец позволяет увеличить цилиндрическую часть, пригодную для нарезания резьбы, а также, что резьбовые соединения в дополнительно осаженных деталях более надежны, чем в отбортованных.

**Литература**

1. *Демин В.А.* Разработка метода проектирования технологических процессов толстолистовой штамповки на основе прогнозирования технологических отказов. Диссертация. Москва. 2003. -342 с.
2. *Листовая штамповка. Расчеты технологических параметров: Справочник / Под ред. В.И. Ершова, А.С. Чумадина.* М.: Изд-во МАИ, 1999.- 506 с.
3. *Листовая штамповка: Справочник конструктора штампов / Под общ. ред. Л.И. Рудмана.* - М.: Машиностроение, 1988. -496 с.
4. *Романовский В.П.* Справочник по холодной штамповке. Л.: Машиностроение, 1979. - 520 с.
5. *Иванов, М.Н.* Детали машин: учеб. для вузов / М.Н. Иванов. – М.: Высш. шк., 1984. – 336 с.