

ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ
ИНСТИТУТ ОПТИКИ АТМОСФЕРЫ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ им. И.П. ПАВЛОВА РАН

АКАДЕМИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ,
ИНФОРМАЦИИ И ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

ОБЩЕНАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНГРЕСС МОЛОДЕЖИ

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭКОНОМИКА, ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

**Том 2
Часть 2**

**СБОРНИК СТАТЕЙ
ТРИНАДЦАТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
"ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ,
РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭКОНОМИКЕ"**

24-26 мая 2012 года, Санкт-Петербург, Россия

Под редакцией А.П. Кудинова

**Санкт-Петербург
Издательство Политехнического университета
2012**

**ББК 20:30:60
В 93**

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор, лауреат премии
Совета Министров СССР *Седых Николай Артемович*

Доктор биологических наук, профессор *Крылов Борис Владимирович*

Высокие технологии, экономика, промышленность. Т. 2, Часть 2:
Сборник статей Тринадцатой международной научно-практической конференции
“Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение
высоких технологий в промышленности и экономике“. 24-26 мая 2012 года,
Санкт-Петербург, Россия / под ред. А.П. Кудинова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-
та, 2012. – 212 с.

Во втором томе сборника статей «Высокие технологии, экономика, промышленность» составленного из материалов Тринадцатой международной научно-практической конференции “Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности и экономике“, рассмотрены научно-технологические, финансово-экономические, юридические, политологические, социальные и международные аспекты вопросов развития и применения фундаментальных и прикладных исследований и высоких технологий в экономике, промышленности, образовании, государственном строительстве. Приводятся результаты исследований по широкому спектру научно-исследовательских и технологических работ, обсуждаются роль и механизмы управления и ответственности государственных органов власти и должностных лиц за темпы развития экономики, за состояние, развитие и применение высоких технологий, фундаментальных и прикладных исследований, образования, в экономике и промышленности.

Расширенный и комплексный научный анализ этих проблем позволяют оценить состояние работ в области фундаментальных и прикладных исследований, в образовании, в высоких технологиях и в высокотехнологической промышленности. Это подтверждается многолетней международной практикой ведущих академий наук, лучших научных и учебных заведений, известных высокотехнологических корпораций мира (<http://htfr.org>, <http://htfi.org>, spbtpd@mail.ru).

Сборник статей предназначен для высших должностных лиц, ученых, преподавателей, докторантов, аспирантов, студентов, промышленников, предпринимателей, для широкого круга читателей, может быть использован в качестве учебного пособия в высших и средних учебных заведениях.

© Кудинов А.П.,
научное редактирование, 2012
© СПбГПУ, 2012

ISBN 978-5-7422-3440-1

Алифанов А.В.¹, Милюкова А.М.¹, Сотник Л.Л.²
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РУБКИ В ШТАМПАХ
ТОЧНЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ ПРУТКА

¹ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси», г. Минск,
²УО «Барановичский государственный университет», г. Барановичи,
Республика Беларусь

Alifanov A.V.¹, Miliukova A.M.¹, Sotnik L.L.²
OPTIMIZATION OF PROCESS OF CUTTING
OF HIGH-PRECISION WORKS FROM BAR IN PRESS TOOLS

¹SSI «Physical-Technical Institute of National Academy of Sciences of Republic of
Belarus», Minsk,
²IE «Baranovichi State University», Baranovichi, Republic of Belarus

Для успешной реализации процессов точной объемной штамповки большое значение имеют точность заготовок по объему и качество их торцевых поверхностей. Процесс рубки заготовок из прутка в штампах достаточно сложен, а качество их зачастую низкое, поэтому в большинстве случаев заготовки для точной объемной штамповки изготавливают на токарных полуавтоматах. Авторами рассматривается вопрос получения заготовок сколом в штампе. При разделении прутка на заготовки не следует добиваться идеального качества, например, введением значительного осевого поджатия. Достаточно ограничиться применением поддержки, предотвращающей изгиб отрезаемой заготовки и обеспечить оптимальный зазор между ножами по всему

контуру среза. В общем случае, процесс резки в штампах можно разделить на две характерные стадии: пластический сдвиг и последующий хрупкий скол. Процесс начинается с изгиба волокон металла в зоне предполагаемого среза, при этом, наряду с касательными напряжениями, в изогнутых волокнах возникают растягивающие напряжения, действующие вдоль данных волокон. По мере изгиба последних, величина растягивающих напряжений увеличивается, создавая условия для последующего хрупкого разрушения. Таким образом, в зоне среза существует сложная схема напряжений, а условие деформирования существенно отличаются от схемы чистого сдвига. Этим в значительной степени и объясняется неудовлетворительное качество среза при так называемой свободной рубке (рис. 1).

Анализ показывает, что качество среза можно существенно улучшить, если уменьшить величину нежелательных растягивающихся напряжений. Наиболее эффективный способ уменьшения последних и улучшения качества среза – приложение дополнительной сжимающей нагрузки вдоль оси разрезаемого прутка. Этот способ обеспечивает получение идеально плоских торцов, но характеризуется низкой стойкостью инструмента и требует для своего осуществления весьма сложной и дорогостоящей оснастки.

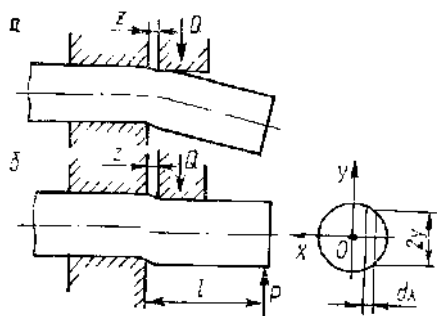


Рис. 1. Схемы резки сколом, обеспечивающие оптимальный осевой зазор по всему корпусу среза: *а*—поясняющая явление начального отгиба свободного конца отрезаемой заготовки; *б* — с компенсацией изгибающего момента

Уменьшение стойкости инструмента объясняется тем, что под действием осевой нагрузки свежесрезанная поверхность заготовки прижимается к задней кромке ножа, вызывая интенсивное тепловыделение. В результате металл заготовки приваривается к инструменту. Кроме того проявляется эффект заклинивания ножа. Поэтому способ резки с приложением дополнительной сжимающей нагрузки не находит широкого применения.

Большую практическую ценность имеет способ резки, основанный на частичной компенсации растягивающих напряжений и учете особенностей развития трещин в случае хрупкого скола [1]. Уменьшение растягивающих напряжений при этом способе достигается предотвращением начального изгиба заготовки, а учет развития трещин сводится к обеспечению оптимального осевого зазора между режущими кромками по всему контуру среза. Как следует из рис. 1, *б*, момент, изгибающий заготовку, составляет:

где σ_s — истинный предел текучести;

dF — элементарная площадка среза;

z — осевой зазор в рассматриваемой точке контура;

α — относительный зазор, рад.

Для того чтобы предотвратить отгиб свободного конца отрезаемой заготовки, достаточно скомпенсировать изгибающий момент. Это достигается приложением к свободному концу поддерживающего усилия P , направленного навстречу усилию резки (рис.1, б). Если зазор выполнен постоянным,

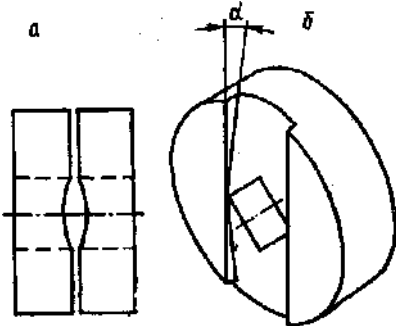


Рис. 2. Способ заточки инструмента, обеспечивающий оптимальный осевой зазор по всему контуру среза: а—эллиптическая заточка ножей профилированным кругом; б—угловая заточка

минимальная величина поддерживающего усилия определяется из соотношения:

$$P = Q(z + \alpha) / l, \quad (2)$$

где Q — усилие на ноже;

l — расстояние от плоскости среза до точки приложения усилия поддержки.

Развитие трещин при резке сколом начинается одновременно от обеих режущих кромок. Для каждой толщины материала существует своя минимальная величина зазора, при которой противонаправленные трещины встречаются в теле заготовки, а поверхность среза получается ровной, без вырывов и других дефектов. Величину осевого зазора при прочих равных условиях выбирают в зависимости от механических свойств разрезаемого материала. Установлено, в частности, что с уменьшением твердости осевой зазор следует увеличивать, поэтому качество среза на заготовках из материала, упрочненного калибровкой выше, чем при использовании горячекатаного проката [1].

Очевидно, что обеспечить оптимальный зазор по всему контуру среза при резке фасонных профилей сложнее, чем в случае резки листа или полосы. Сложность заключается в том, что зазор выполняется не постоянным, а имеет свою величину для каждой точки контура среза и приближенно описывается уравнением:

$$z = z_0 + \alpha S \quad (3)$$

где z — осевой зазор в данной точке контура, мм;

z_0 — минимальный зазор, мм;

S — толщина материала, мм.

Для обеспечения оптимального зазора применяются два способа заточки ножей: так называемый эллипсный и угловой (рис. 2). Эллипсная заточка (рис. 2, а) используется только при резке круглый прутков. Кроме того, для ее

осуществления требуется точное профилирование заточного круга, что создает дополнительные трудности не только при изготовлении, но и при отладке штампа. Угловая заточка (рис. 2, б) применяется при заточке ножей любого профиля и осуществляется обыкновенным шлифовальным кругом с использованием синусной линейки. Переточка и корректировка зазора за счет изменения угла заточки не вызывают затруднений. Такая заточка инструмента не только повышает качество среза, но и существенно уменьшает усилие поддержки заготовки. Это усилие для случая резки круглого прутка можно определить по формуле:

$$P = Q(0,151 z_0^*/l + 0,849 z_{\max}^*/l)(1 + \alpha), \quad (4)$$

где z_{\max}^* — величина осевого зазора в месте наибольшей толщины.

При резке квадратного профиля предпочтение следует отдавать варианту расположения профиля, приведенного на рис. 2, б.

Минимальное усилие поддержки при резке квадратного профиля по диагонали находится по уравнению:

$$P = 2Q(z^0/l + (z_{\max}^* - z_0)/3l)(1 + \alpha), \quad (5)$$

Усилие поддержки при резке многогранников рекомендуется определять по (4). При этом предпочтительнее вариант резки «на ребро».

Не следует забывать, что по изложенной методике рассчитывается минимальное усилие поддержки, необходимое для качественного среза, когда геометрия ножей не искажена износом режущих кромок и направляющих устройств штампа. При проектировании штампов нужно предусматривать некоторый запас по усилию поддержки. Последнее обстоятельство обычно не усложняет конструкцию штампа, так как усилие поддержки на порядок меньше усилия резки, и обеспечение его необходимой величины — довольно простая задача.

С учетом того, что материал в зоне среза упрочняется, необходимое усилие среза рекомендуется определять по формуле:

$$Q \approx 0,8\sigma_v F_{\text{среза}}, \quad (6)$$

где σ_v — предел прочности на растяжение, определенный при стандартных испытаниях; $F_{\text{среза}}$ — площадь поперечного сечения разрезаемого профиля.

Таким образом, авторами предложен эффективный метод получения качественного среза точной прутковой заготовки, используемой для холодного процесса точной объемной штамповки, заключающийся в обеспечении поддерживающего усилия свободного конца заготовки. Выведены расчетные формулы для определения поддержки и необходимого усилия резки прутка сколом.

Литература

1. Оленин Л.Д., Дериволков Д.И., Галкина Л.С. Резка заготовок с частичной компенсацией растягивающих напряжений // Совершенствование процесса объемной штамповки. — М.: Машиностроение. — С. 113–120.