ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Орловский государственный технический университет

Институт вечернего обучения и дополнительного государственного

образования

***РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА***

***К ДИПЛОМНОЙ РАБОТЕ***

Слушателя курсов «Обработка металлов давлением. Управление персоналом»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Факультет вечернего обучения

Кафедра Автоматизированные процессы и машины пластической

обработки материалов

**Тема дипломной работы**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Слушатель курсов: Виноградова О.В.

Руководитель: Жердов В.А.

Дипломная работа просмотрена и допущена к защите в Государственной аттестационной комиссии

Заведующий кафедрой «Автоматизированные процессы и машины пластической обработки материалов»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Дорофеев О.В.

Орёл 2008

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Введение………………………………………………………………………………..4
2. Выбор способа штамповки и типа оборудования………………………………..6
3. Составление чертежа поковки………………………………………………………7
4. Выбор и расчёт переходов штамповки…………………………………………...16
5. Выбор заусенечной канавки……………………………………………………..17
6. Конструирование клещевой выемки………………………………………………19
7. Выбор исходной заготовки………………………………………………………….20
8. Заготовительные операции. Усилие резки ……………………………………21
9. Определение массы падающих частей молота………………………………...22
10. Выбор и конструирование ручьёв штампа………………………………………23
11. Контрольный угол …………………………………………………………………...24
12. Расположение ручьёв в молотовом штампе …………………………………. .25
13. Температурный режим и выбор нагревательного устройства ……….. …26
14. Требования, предъявляемые к сталям для штампов горячего деформиро-

вания ………………………………………………………………………………..…28

1. Стали для молотовых штампов …………………………………………………..30
2. Разработка конструкции обрезного штампа …………………………………….31

Список использованной литературы ……………………...………………………….32

**АННОТАЦИЯ**

Курсовая работа выполнена на тему: «Технологический процесс высадки детали болт». Курсовая работа содержит аналитическую и графическую части.

Аналитическая часть включает в себя обоснование выбранного технологического процесса производства данной детали, выбор схемы высадки и типа холодновысадочного оборудования, разработка схемы высадки,

Целью курсового работы является разработка технологического процесса изготовления детали болт М12х25. В процессе производства данного изделия в курсовом проекте будут рассмотрены: классификация крепёжных изделий, требования, предъявляемые к исходной заготовке, рассчитаны технологические усилий высадки, проведён подбор холодновысадочного оборудования расчёт размера исходной заготовки, разработки схемы наладки холодновысадочного инструмента..

Все рассмотренные операции технологического производства детали болт в совокупности приводят к получению должно обеспечить рост производительности оборудования, а также улучшить качество получаемого изделия.

Графическая часть состоит из чертежа схемы наладки холодновысадочного автомата и чертежей холодновысадочного инструмента.

1. **ВВЕДЕНИЕ**

Высадка – один из наиболее широко применяемых в настоящее время процессов обработки металлов давлением. Высадкой получают болты, заклепки, шаровые пальцы, золотники и другую продукцию. Потребность крепежных изделий составляет миллионы тонн в год.

Крепёжные изделия относятся к наиболее распространённым деталям машин и сооружений. Потребность в них составляет 1,2 – 1,5% от количества выплавляемой стали.

Повышение надёжности и долговечности машин, станков различных устройств и сооружений в значительной степени зависит от надёжности и долговечности работы крепёжных соединений.

Неуклонный рост потребности народного хозяйства в крепежной продукции и повышение требований к ее качеству, требуют создания высокопроизводительного оборудования, внедрения высококачественных технологических смазок, совершенствования технологии и оборудования для изготовления инструмента и самого изделия.

1. **КЛАССИФИКАЦИЯ КРЕПЁЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Крепежные изделия можно классифицировать по нескольким признакам.

**По назначению** их подразделяют на болты, винты, шурупы, гайки, гвозди, дюбели и т.л.

К болтам и винтам относятся стержни с винтовой канавкой на одном конце и головкой на другом, служащие для разъемных соединений отдельных частей машин при помощи гаек и без них.

Шпилька - это деталь с резьбой на обоих концах. Ее применяют в тех же случаях, что и болты, но когда материал соединяемых деталей не обеспечивает достаточной долговечности резьб при частых разборках и сборках соединений.

Шурупы служат для ввинчивания в дерево, дюбели для забивки в бетон и листовое железо, гвозди - для забивки в дерево.

Заклепки служат для получения неразъемных соединений и представляют собой стержень с головкой с одной стороны.

Гайки навинчивают на резьбу болтов и воспринимают усилия затяжки болтов.

Шайбы применяют для выравнивания или предохраняют повреждения опорных поверхностей деталей под головками болтов и гаек, для перекрытия зазоров в соединениях.

Предохраняют болты и гайки от самоотвинчивания при действии переменных нагрузок.

Костыли служат для крепления рельса к шпалам.

**По размеру** (диаметру стержня или отверстия) крепежные изделия бывают: мелкие до 6мм., средние от 6 до 16мм., крупные от 16мм. и выше. В метизной промышленности обычно изготавливают крепежные изделия диаметром от 1 до 48 мм.

Резьбовые изделия по диаметру гладкой ( безрезьбовой) части стержня разделяют на:

а) болты и винты с диаметром гладкой части стержня равным наружному диаметру резьбы

б) болты и винты с диаметром гладкой части стержня приблизительно равным среднему диаметру резьбы. Эти болты для улучшения центрирования стержня в отверстии скрепляемых деталей имеют направляющий подголовок длиной не менее половины диаметра.

**По точности изготовления** различают крепежные изделия нормальной, повышенной и грубой точности. Допускаемые предельные отклонения от номинальных геометрических размеров указываются в размерных стандартах.

Кроме геометрических размеров крепежных изделий, измерению подвергают также отклонения от правильной геометрической формы и дефекты внешнего вида.

Отклонения от правильной геометрической формы следующие: несоосность головки и стержня, резьбовой и безрезьбовой частей стержня, неперпендикулярность опорной поверхности головки относительно оси стержня, неперпендикулярность опорной поверхности гаек относительно оси резьбы, уклон граней, недопрессовка полукруглых головок и т.д.

К дефектам внешнего вида относятся срезы или сколы металла на гранях, заусенцы на опорной поверхности, притупление ребер шестигранника, рванины и выкрашивания ниток резьбы определенной величины, риски, вмятины и наплывы, не выводящие размеры изделий за предельные отклонения и др.

**По прочности.** Стальные болты, винты и шпильки изготовляют по 12 классам прочности. Класс прочности обозначают двумя числами, а именно: 3.6; 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 6.9; 8.8; 10.9; 12.9; 14.9. Первое, умноженное на 100, указывает минимальное значение временного сопротивления, а произведение первого и второго чисел, увеличенное в 10 раз - предел текучести. Например, болты класса прочности 4.8 имеют временное сопротивление 400МПа, предел текучести 320 МПа.

Для гаек установлено 7 классов прочности, каждый из которых обозначается одним числом - 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14.

Для предохранения крепежных изделий от коррозии применяются соответсвующие защитные покрытия. В ГОСТ предусмотрены 12 видов покрытий, их условные обозначения 01 - 12.

Обозначение болтов включает: наименование детали, исполнение, диаметр резьбы, шаг резьбы, поле допуска резьбы, длину болта, класс прочности, обозначение вида покрытия, толщину покрытия и номер размерного стандарта.

Например, болт по ГОСТ 7796-70 исполнения 2 с диаметром резьбы 16мм. при шаге 1,5 и поле допусков 6g длиной 80мм., прочностью 4.8. с цинковым покрытием толщиной 9мкм обозначается: болт2М 16х1,5 - 6 gх80.48, 019 ГОСТ 7796-70.

1. **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Технологический процесс непосредственно связан с изменением формы, размеров и свойств обрабатываемой заготовки и охватывает период от момента выполнения первой технологической операции над исходной заготовкой до получения готового изделия.

Основными операциями в технологическом процессе производства крепежных изделий являются: операции, связанные с подготовкой исходного материала; разделительные операции-отрезка, обрезка граней, пробивка; формообразующие операции осуществляемые путем пластического деформирования - осадка, высадка, редуцирование, выдавливание, формовка, накатка и раскатка резьб; формообразующие операции основанные на обработке металлов резанием - нарезка резьбы, подрезка фасок; термическая обработка; нанесение защитных и декоративных покрытий; контроль изделий на соответствие установленных ГОСТов, стандартов и ТУ; расфасовка и упаковка готовых изделий.

Практически все разделительные и формообразующие операции в технологических процессах производства крепежных изделий основаны на методах и особенностях пластического деформирования.

Холодной объемной штамповкой изготовляются 87% полуфабрикатов крепежных изделий, горячей штамповкой 9% и только 4% точением.

Технологические процессы с использованием ХОШ в 5-7 раз производительнее процессов механической обработки при значительном сокращении расхода металла на единицу продукции. Коэффициент использования металла при ХОШ составляет 93-95% вместо 30-50% при механической обработке. Весьма эффективным способом производства полуфабрикатов деталей массового применения является холодная объемная штамповка на автоматическом оборудовании к которому относятся холодновысадочные автоматы (ХВА) и роторные линии. Производительность ХВА при штамповке изделий диаметром до 6 мм. - 350 шт. в минуту, 6-12мм. - 120-60 шт. в минуту, 16 мм. и выше - 85-30 шт. в минуту. К преимуществам ХОШ также относятся: возможность чередования различных операций, равномерное распределение усилий на всех позициях, возможность упрочнения металла в отдельных элементах заготовки для получения деталей равнопрочных по всему продольному сечению, или деталей с заранее предусмотренным местным упрочнением, возможность варьирования диаметра исходной заготовки.

Одно и двухпозиционные автоматы, как правило, применяются для изготовления заклепок, пальцев осей или заготовок болтов, винтов, шпилек. Многопозиционные автоматы, автоматы-комбайны и автоматические линии применяются для изготовления болтов, винтов, шпилек, ступенчатых и пустотелых заклепок, заготовок шестигранных гаек, пробок и других крепежных и специальных деталей.

При ХОШ достигается высокая точность изделий и чистота поверхности. Показатель точности соответствует 3-4 и выше, чистота поверхности 7-9 классам и выше.

Благодаря повышению механических свойств металла в результате упрочнения и обеспечению рациональной ориентации волокон металла прочность изделий повышается на 20-30%.

Процессы ХОШ хорошо поддаются механизации и автоматизации.

Соотношение площадей для производства одинакового объема продукции обработкой резанием и ХОШ составляет 4:1.

ХОШ относится к числу прогрессивных технологических процессов обработки металлов и не предъявляет каких-либо дополнительных требований к технике безопасности и промсанитарии. При проектировании технологических процессов и инструментальной оснастки необходимо обеспечивать полное устранение ручных операций, удобство работы, простоту наладки и переналадки технологического инструмента, максимальную механизацию и автоматизацию транспортирования заготовок и готовых изделий, правильную организацию рабочих мест и выполнение существующих правил и положений по технике безопасности.

Эти преимущества предопределяют перспективы дальнейшего развития ХОШ как высокопроизводительного и наиболее экономичного способа массового производства полуфабрикатов деталей прогрессивных конструкций с высокими эксплуатационными свойствами.

Дальнейшее совершенствование многопозиционных прессов автоматов и линий должно включать:

- повышение производительности до 300-500 деталей в минуту,

- значительное сокращение времени переналадки и обеспечение блочной смены матриц и пуансонов,

- разработку устройств электронной диагностики отдельных позиций и автоматического учета изготовленных деталей,

- создание средств неразрушающего контроля качества металла метала в процессе высадки на ХВА,

- оснащение оборудования устройствами очистки воздуха от СОЖ,

- обеспечение оборудования средствами шумопоглащения (КШП 85г.).

Мало оборудования для: для штамповки длинных и сверхдлинных стержневых изделий, имеющего выталкиватели из пуансонов и матриц на всех позициях, с усовершенствованными быстродействующими механизмами реза, с быстрой или автоматической заменой инструмента, для нарезки резьбы во фланцевых гайках.

1. **ИСХОДНАЯ ЗАГОТОВКА ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Стабильность технологического процесса штамповки и качество штампуемого крепежа во многом определя­ются качеством исходного металла. Холодная штам­повка предъявляет специфические требования к исход­ному металлу. Материал, применяемый для холодной штамповки, должен обладать высокой пластичностью, иметь равномерные механические свойства и химиче­ский состав и.не иметь поверхностных и внутренних дефектов. Деформируемость металла в холодном состоянии, т. е. его способность претерпевать пластическое фор­моизменение без разрушения, зависит от многих фак­торов: качества поверхности заготовки; химического состава; структуры; механических свойств и технологи­ческих параметров процесса штамповки. Дефекты поверхности металла заготовки являются одной из основных причин возникновения надрывов и трещин при холодной штамповке. Они могут образовываться на разных стадиях переработки металла, начиная от разливки стали и кончая калибровкой перед высадкой. Дефектами разливки являются газовые пузыри, расположенные внутри или на поверхности металла. Неметаллические включения, пористость и др. Газовые пузыри возникают обычно в кипящей стали, в спокойной образуется не равномерно расположенная пори­стость. При прокатке дефекты слитков способствуют образованию па по верх пост проката трещин, закатов, глубоких рисок, волосовин, которые необходимо уда­лять перед процессом холодной деформации. Исследование влияния глубины и конфигурации по­верхностных дефектов на деформируемость углероди­стой стали проводят путем осадки образцов с искусственно нанесенной трещиной различной глубины, различным углом и радиусом при вершине. Установлено, что дефекты (волосовины, риски, плены и др.) глубиной более 0,05 мм при штамповке с большими степенями деформации раскрываются, образуя трещины.

При нагреве слитков перед прокаткой необходимо добиваться наименьшего обезуглероживания. На обезуглероженной поверхности, вследствие ее пониженной твердости при прокатке образуются более глубокие риски и царапины.

Количество дефектов, образующихся при прокатке, зависит также от степени износа валков. По мере износа на поверхности ручьев прокатных валков появляются выступы, углубления, трещины. Эти неровности отпечатываются на горячем металле и закатываются при последующих переходах, что приводит к нарушению сплошности металла.

Содержание хрома более 1%, особенно в высокоуглеродистой стали, повышает прочность и понижает ее пластичность. При содер­жании в стали менее 0,3% С влияние Сг на снижение пластичности незначительное. Добавка хрома при снижении содержания углерода улучшает штампуемость стали.

Никель снижает пластичность большинства углеродистых ста­лей и повышает сопротивление деформации, усиливает склонность стали к налипанию на инструмент при штамповке.

Присутствие серы и фосфора в стали увеличивает ее хрупкость в процессе высадки. Содержание серы и фосфора в стали не должно превышать 0,03—0,04%.

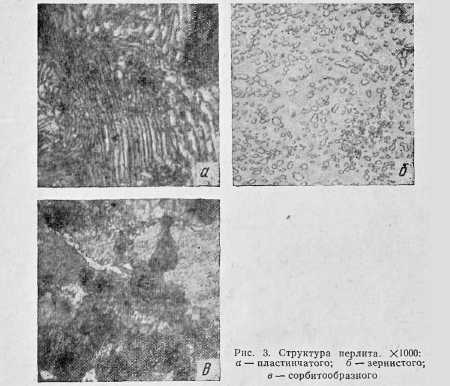
Наибольшее применение для холодной штамповки болтов имеет кипящая сталь. Кипящая сталь по сравнению со спокойной имеет пониженную ударную вязкость, более неоднородна по химическому составу и содержит больше загрязнений. В то же время она обла­дает пониженным сопротивлением деформации из-за более низкого содержания кремния (до 0,03%) и меньшей твердости поверхно­стного слоя. Кипящую сталь можно штамповать с более высокими степенями деформации.

Применение кипящей стали для изготовления болтов ограничи­вается ее повышенной склонностью к хрупкому разрушению при по­ниженных температурах (хладноломкость).

Структура исходного металла играет важную роль при холодной штамповке. Макроструктура стали, при­меняемой для холодной штамповки, должна характе­ризоваться полной однородностью, отсутствием усадоч­ной раковины, расслоений, неметаллических включе­ний, пористости, пузырей, трещин и т. д.

Особенное влияние на штампуемость оказывают неметаллические включения и ликвационная зона — дефекты, встречающиеся наиболее часто. Сталь, имею­щая большое количество неметаллических включений, при холодной штамповке склонна к трещинообразованию. Ликвационная зона по площади не должна превы­шать 40% сечения металла, причем должна находиться в центре сечения, не имея выхода в наружные слои. Это требование вызвано тем, что твердость ликвационной зоны на 25—30% выше твердости основного поверхностного слоя. Смещение ликвационной зоны от центра сечения и особенно выход на боковую поверхность могут привести к браку при штамповке.

Структура перлита оказывает определяющее влия­ние на штампуемость стали. Сталь с перлитной струк­турой, состоящей из чередующихся1 слоев феррита и тонких пластинок цементита (рис. 3,а), обладает повы­шенным сопротивлением холодной деформации.



Поэ­тому соответствующей термообработкой добиваются такого видоизменения характера структуры перлита, чтобы пластинки цементита преобразовались в частич­ки сферической формы распределенные по ферриту, Такую структуру называют структурой зернистого пер­лита (см. рис. 3,6) или (более правильно) сфероидаль­ного цементита. Она характеризуется перлитным числом, которое может изменяться от 0 до 100 и обозначает процент содержания сфероидального цементита в общей массе перлита. Для холодной штамповки наилуч­шей считается структура с перлитным числом 70—80. Структуру сфероидального цементита получают от­жигом при температуре 680—720°С с последующим медленным охлаждением. Для сталей с содержанием углерода более 0,3% оптимальной структурой считается сорбитообразный перлит (см. рис. 3, в).

На процесс холодной штамповки оказывает влияние величина зерен металла. При очень мелком зерне уве­личивается сопротивление деформации; крупное зерно сообщает стали хрупкость. Оценку величины зерен производят по десятибалльной шкале: большему числу баллов соответствует меньшая величина зерна. Опти­мальной считается величина зерна, соответствующая 7№ 6—8.

Механические свойства заготовки, предназначенной для холодной штамповки, должны обеспечивать ее не­обходимую деформируемость. Ниже рассмотрено влия­ние основных механических свойств.

Высокая прочность затрудняет процесс холодной штамповки стали, поэтому верхние значения временно­го сопротивления для штампуемой стали ограничи­ваются величиной 40—80 кгс/мм2. Однако получают качественные изделия из металла с временным сопротивлением до 90—110 кгс/мм2.

Величина относительного сужения считается ос­новным показателем пластичности штампуемого ме­талла.

Считается, что при Ψ больнее 60% сталь весьма пластична, при Ψ от 50% до 60% сталь достаточно пластична, при Ψ меньше 50% сталь не пригодна для холодной штамповки.

С уменьшением отношения предела текучести к вре­менному сопротивлению повышается пластич­ность стали. Наилучшей штампуемостью обладает сталь, имеющая отношение предела текучести к вре­менному сопротивлению 0,65.

Необходимо отметить, что при определении механи­ческих свойств металла дефекты по­верхности (плены, закаты, риски, волосовины и пр.), вызывающие появление трещин при высадке, не оказы­вают влияния на результаты испытаний, т. е. на изме­ряемые характеристики. Поэтому при наличии значительного количества поверхностных дефектов металл даже с высокими значениями Ψ и малыми значениями предела прочности и имеющий оптимальную структуру может оказаться совершенно непригодным для холодной штамповки.

Влияние поверхностных дефектов устанавливается испытанием на осадку до половины первоначальной высоты образца. Практически этот ме­тод не позволяет в полной мере оценить влияние де­фектов на процесс штамповки, так как степень дефор­мации при холодной штамповке значительно превышает степень деформации при осадке до половины высоты. При штам­повке болтов с нормальной головкой относительная де­формация головки может достигать 80%. Испытание на осадку до четверти первоначальной высоты позволяет лучше оценить пригодность металла для холодной штампов­ки, однако и оно не во всех случаях может гарантиро­вать необходимое качество металла, так как при этом не учитывается неравномерность распределения дефек­тов по длине прутка (бунта).

1. **СОРТАМЕНТ СТАЛИ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ**

(Госты указаны старые)

Металлургические заводы поставляют горячекатаный металл с отклонениями на диаметр по ГОСТ 2590—71.

При холодной штамповке болтов на прессах-автоматах диаметр исходной заготовки должен соответствовать 3- и 4-му классам точ­ности.

Использование металла с большим полем допуска, чем для ука­занных классов точности, вызывает ухудшение качества отрезки и может привести к несоосности заготовки и канала матрицы, к недо­статочному зажиму ее в ручье инструмента. Следствием этого явля­ется снижение качества штампуемых болтов (увеличение несоосно­сти головки и стержня, дефекты поверхности торцов). Увеличение диаметра заготовки затрудняет заталкивание ее в канал матрицы, что может привести к изгибу заготовки.

Кроме того, при использовании горячекатаной мягкой стали (малоуглеродистой) снижается устойчивость высаживаемой части заготовки, происходит налипание металла на инструмент, Что сни­жает стабильность технологического процесса и вызывает ухудше­ние качества болтов. При штамповке заготовка должна полностью и равномерно заполнять отверстие матрицы, мягкая сталь деформи­руется неравномерно, что способствует изгибу стержня болта.

Для устранения этих явлений для холодной штамповки на прес­сах-автоматах используют калиброванный металл круглого сечения диаметром от 3 до 30—35 мм преимущественно в виде бунтов или реже (при диаметре свыше 25—30 мм)—в прутках. Технические требования на исходную заготовку регламентируются ГОСТ.

10702—63. «Сталь для холодной высадки», ГОСТ 1050—74. «Сталь углеродистая качественная конструкционная», ГОСТ 380—71. «Сталь углеродистая обыкновенного качества», ГОСТ 4543—71 «Сталь ле­гированная конструкционная». Сортамент калиброванного металла регламентируют ГОСТ 10702—63, ГОСТ 7417—75. Преимуществен­ное применение для штамповки имеет сталь по ГОСТ 10702—63.

Калиброванная сталь для штамповки болтов поставляется в нагартованном (наклепанном) состоянии. Наклеп возникает за счет обжатия при волочении горячекатаной стали. Твердость нагартованной стали, величины временного сопротивления и относи­тельного сужения не должны превышать норм, установленных соот­ветствующими стандартами.

Поверхность калиброванной стали должна быть чистой, гладкой, светлой или матовой без трещин, волосовин, закатов, плен, окалины. Допускаются отдельные мелкие риски механического происхождения в пределах '/4 предельных отклонений на диаметр, а также отдель­ные вмятины и рябизна в пределах полусуммы допусков.

Макроструктура не должна иметь усадочной раковины п рых­лости, трещин, пузырей, расслоений, неметаллических включений и флокенов, видимых без применения увеличительных приборов при проверке на изломах или протравленных образцах.

Необходимо отметить, что показатели, нормируемые стандарта­ми, и, в частности, ГОСТ 10702—63, не полностью удовлетворяют требованиям к металлу, предназначенному для холодной высадки. Так, величина относительного сужения для ряда сталей нормирует­ся меньшей 50%, испытание на осадку предусмотрено только до половины первоначальной высоты, нет требования обязательной зачистки поверхности и др.

1. **ПОДГОТОВКА МЕТАЛЛА К ШТАМПОВКЕ**

Металл, предназначенный для штамповки, должен иметь чистую и блестящую поверхность, свободную от окалины, жировых и других загрязнений, и содержать прочно удерживаемую на поверхности технологическую смазку.

Подготовка поверхности заготовки включает опера­ции: очистку поверхности от окалины, жировых и дру­гих загрязнений; нанесение подсмазочного слоя (носи­теля смазки); нанесение технологической смазки.

Прокат или термически обработанный металл имеет на поверхности окисную пленку — окалину, которая должна быть удалена для предупреждения преждевре­менного износа технологического инструмента и полу­чения чистой и точной заготовки. Основным способом удаления окалины с заготовок, предназначенных для холодной штамповки болтов, является травление.

Травление углеродистых сталей производят главным образом в растворе, содержащем 8—20% серной кис-

Травление меди, латуни Л63, Л62 производят в растворе, содержащем 3—10% H2SO4 при температуре 20—40° С.

Травление алюминиевых сплавов проводят в рас­творе с 5—10% едкого натра с последующим погруже­нием в раствор с 10—15% азотной кислоты (пассиви­рованием).

После травления для удаления травильного шлама и кислоты металл промывают в горячей и холодной воде. Промывка стальных заготовок в горячей воде производится при температуре 50—70° С в течение 1—2 мин, холодная промывка осуществляется водой под давлением 5—7 ат. в течение 1—2 мин.

Для нейтрализации остатков серной кислоты и уменьшения коэффициента трения при калибровке и холодной штамповке металл подвергается известкова­нию в растворе, содержащем 3—5% извести (СаО), при температуре 100° С (2—3 погружения). Допуска­ется выработка раствора до концентрации СаО 0,5— 1%. На поверхности металла должна быть сплошная пленка извести. Нейтрализацию кислоты можно про­изводить в водном растворе мыла с концентрацией 0,5—0,8 г/л при температуре раствора 70—80° С в те­чение 2—3 мин. После нейтрализации с целью преду­преждения коррозии металл подвергается сушке при температуре 100—120° С в течение 15—20 мин.

Для повышения надежности сцепления смазки с де­формируемым металлом заготовку целесообразно по­крывать подсмазочньм слоем. Подсмазочное покрытие способствует снижению трения при штамповке и повы­шает стойкость штампового инструмента. Особенно эффективно применение подсмазочного слоя при штам­повке болтов с редуцированием стержня.

Нанесение подсмазочного слоя производится перед волочением или после волочения (перед штамповкой).

Наибольшее распространение получило нанесение подсмазочного слоя перед волочением, так как при этом слой носителя смазки получается более равномер­ным по толщине и надежно сцепленным с основным металлом.

Заготовки из углеродистых и низколегированных сталей чаще всего подвергают фосфатированию. Фосфатирование заключается в обработке металла в 2,5— 3%-ном растворе кислой фосфорнокислой соли цинка,

Температура раствора 60—80°С, Продолжительность фосфатирования равна 5—15 мин. Фосфатный слой может деформироваться без разрушения вместе с ос­новным металлом. Фосфатное покрытие действует как непрерывный разделяющий слой между контактными поверхностями инструмента и заготовки, уменьшая трение, предотвращая налипание металла на инстру­мент и хорошо удерживая смазочное вещество. Фосфатирование в 1,2—1,3 раза снижает усилия деформиро­вания.

Процесс подготовки металла с нанесением фосфат­ного слоя состоит из следующих операций: 1) травле­ние (при фосфатировании волоченого металла — обез­жиривание); 2) промывка водой; 3) фосфатирование; 4) промывка водой; 5) известкование или омыление; 6) сушка.

Фосфатное покрытие считается качественным, если после волочения сохраняется зеркальный цвет (от чер­ного до серого), при этом, чем темнее цвет волочения, тем лучше покрытие.

При подготовке поверхности заготовок из нержа­веющих сталей (12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т и др.) вместо фосфатирования используют известково-солевое покры­тие. Оно не требует дополнительных операций для хи­мического разрушения пленки, образующейся на по­верхности нержавеющей стали в процессе травления (пассивирования), и позволяет работать на высоких скоростях при волочении.

Нержавеющие и жаростойкие стали подготавлива­ются к штамповке по следующей технологии: 1) трав­ление, 2) промывка в горячей воде, 3) пассивирование, 4) промывка в горячей воде, 5) нанесение известково-солевого покрытия, 6) сушка, 7) калибровка.

Известково-солевое покрытие имеет существенные недостатки. Поваренная соль ускоряет процесс корро­зии металла, в сырую погоду впитывает влагу и за­трудняет процесс волочения. Кроме того, известь очень пылит, засоряет воздух и помещение цеха и тем самым ухудшает условия труда.

При подготовке к штамповке нержавеющих сталей может применяться меднение.

1. **ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СХЕМЫ ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ СТЕРЖНЕВЫХ КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ.**

**Отрезка** заготовки является исходной операцией во всех технологических процессах и в значительной мере определяет качество изделий. Качество - это совокупность свойств и характеристик продукции, которые способны удовлетворить установленные или предполагаемые потребности. Качество - это хорошие товары, низкие цены, соблюдение срока поставки, хороший прием, хорошее обслуживание.

При отрезке должна быть обеспечена высокая размерная точность заготовок, особенно при закрытой штамповке, минимальное отклонение от перепендикулярности торцевых поверхностей по отношению к оси заготовки. Качество отрезки зависит от технологических параметров оборудования, его технического состояния, механической схемы резки, конструкции отрезного инструмента и материалов, применяемых для его изготовления, степени износа отрезного инструмента, марки стали заготовки, условий резки и многих других факторов. В ХВА применяется открытая и полуоткрытая схема резки. При открытой схеме резки материал подается перед ножом, который находится на некотором расстоянии от линии подачи. При подаче "в нож" центр рабочей кромки ножа находится на линии подачи материала. В этом случае можно реализовать полуоткрытую схему резки используя втулочные ножи, повысив тем самым качество отрезки заготовки.

При отрезке заготовки технологическое усилие может быть посчитано по следующей приближенной зависимости:

РРЕЗ. = (0,7-0,8) σВ FОТР.,

где σВ - временное сопротивление отрезаемого металла с учетом упрочнения, полученного на предыдущих операциях волочения. Степень предварительного упрочнения пруткового или бунтового металла не превышает 15-25%. В этом случае повышение временного сопротивления металла составляет 1,1 раза для сталей с не более 0,2% содержанием углерода и 1,3 для сталей от 0,2 до 0,4% углерода.

FОТР - площадь сечения отрезаемой заготовки.

**Осадкой** называется операция, в результате которой под действием нагрузки(Р) уменьшается высота исходной заготовки НО и увеличивается площадь ее поперечного сечения (Рис. ). Примером осадки может служить процесс выдавливания торцев отрезанной заготовки гайки или болта, предварительного образования бочонка при горячей штамповке гаек. Усилие осадки, высадки и выдавливания определяется по общей зависимости:

Р = σS \* F \* χ,

где σS - предел текучести материала с учетом его упрочнения. Предел текучести обычных углеродистых сталей, подвергаемых ХОШ, с достаточной для практических расчетов точностью может быть описан уравнением: σS (кг/мм) = 35 + 45С + 60ε, где С - процентное содержание углерода в стали, ε - средняя относительная деформация.

F - площадь проекции штампуемого изделия на плоскость перпендикулярную действию технологического усилия.

χ - коэффициент, учитывающий схему деформированного состояния и потери усилия на внешнее трение заготовки с инструментом.

Величина поправочного коэффицмента χ зависит от многих факторов. Проведенные на ряде метизных заводов исследования позволили принять следующие значения коэффициента χ:

высадка цилиндрической головки 1,8-1,9

предварительная высадка головки конической формы 1,9-2,0

высадка потайной головки 1,8

высадка потайной головки со шлицем 2,0-2,1

высадка полупотайной головки 2,5

высадка цилиндрической головки винта 1,8-1,9

высадка головки с квадратным подголовком 2,7-2,8

высадка внутреннего шестигранника 3,3

высадка шестигранника болта 2,7-2,8

высадка шестигранной гайки 3,2-3,4

При горячем деформировании σS , согласно исследованиям Навроцкого Г.А., выражается зависимостью:

σS = σВ \* γ,

где γ - коэффициент, учитывающий влияние скорости деформирования при горячей штамповке (γ = 1,2-1,6 при скорости деформирования в начальный момент штамповки 0,1- 0,25 м/с; γ = 1,6 -2,0 при начальной скорости 0,25 - 0,75 м/с; γ = 1 при начальной скорости деформирования 12,5 м/с).

σВ - временное сопротивление при температуре штамповки.

**Высадка** - это уменьшение высоты заготовки (НО) при увеличении площади поперечного сечения на отдельных участках заготовки. Головки всех стержневых изделий образуются высадкой в матрицах. Конец заготовки, находящийся в матрице, упирается в выталкиватель.

Предварительная высадка проводится с целью подготовки к окончательной высадке. Высаживаемая часть заготовки выполняется в виде усеченного конуса. В ряде случаев у меньшего основания конуса заготовка имеет цилиндрическую часть. Форма и соотношение размеров исходной заготовки при предварительной высадке должны предупреждать:

а) продольный изгиб высаживаемой части заготовки при предварительной высадке;

б) продольный изгиб при окончательной высадке;

в) образование кольцевых складок при окончательной высадке.

Продольный изгиб высаживаемой части заготовки при предварительной высадке происходит из-за слишком большой длины свободной части высаживаемой заготовки. На продольный изгиб оказывает влияние искажение формы заготовки, состояние материала, точность настройки.

**Редуцирование** - процесс проталкивания заготовки через коническую матрицу, в результате которого происходит уменьшение поперечного сечения заготовки. Усилие для деформирования заготовки передается от пуансона. При редуцировании стабильность процесса определяется продольной устойчивостью от изгиба части заготовки с первоначальным диаметром.

**Выдавливание** отличается от редуцирования тем, что вся заготовка находится в канале матрицы, полностью ее заполняя. При этом не происходит потери продольной устойчивости и изгиба заготовки. Следовательно, при выдавливании можно достичь большого перепада исходного и конечного диаметров заготовки.

**Редуцирование и выдавливание** проводят с целью получения утоненной части стержня болтов под последующее накатывание резьбы.

**Пробивка** - получение в заготовке сквозных отверстий с удалением материала. Применяется при изготовлении гаек.

**Формовка** - придание заготовке заданной формы и размеров путем заполнения материалом рабочей полости инструмента. Применяют при высадке заготовок гаек, безотходной высадке головок болтов.

В настоящее время известны три способа получения внутренних резьб пластическим деформированием: применением самонарезающих винтов, раскатыванием роликовыми раскатками, с помощью раскатников.

Роликовые раскатки находят применение для получения внутренних резьб больших диаметров (свыше 30 мм). Для получения внутренних резьб небольших диаметров применяется раскатник. Раскатывание обеспечивает получение внутренних резьб с шагом до 2 мм. При шаге больше 2 мм раскатники применятся для калибрования предварительно нарезанной резьбы.

Крутящий момент на раскатнике определяется по следующей зависимости:

MКР (Н\*м) = CМ \* dS 1,95  \* (HО/l1) m \* ϕ-0,65 \* KК \* KО ,

где CМ - коэффициент, характеризующий материал обрабатываемой детали.

m - показатель степени

Сталь 10кп ( CМ/ m) - 1,4/0.9;

Сталь 20 ( CМ/ m) - 2,0/0.9;

Медь М3( CМ/ m) - 0,82/1,5;

Алюминий ( CМ/ m) - 0,52/1,5;

Алюминиевый сплав Д1 (CМ/ m) - 1,0/1,3.

KК - коэффициент, учитывающий наличие у раскатников смазывающих канавок; при их наличии KК = 0,7-0,8, при отсутствии KК = 1.

KО - коэффициент, зависящий от вида применяемой смазочно-охлаждающей жидкости. Сульфафрезол -1 ,0;

олифа - 0,7;

индустриальное масло 30 - 1,8;

без охлаждения - 3,0.

Результаты, полученные по приведенной выше зависимости, отличаются от экспериментальных не более чем на 15% при условии, когда диаметр отверстия под резьбу равен расчетному, полученному по формуле.

Стержневые изделия имеют сплошной или пустотелый стержень, поперечное сечение которого либо постоянно, либо изменяется ступенчато или плавно по его длине. Такие изделия могут быть резьбовыми, когда на их стержне предусмотрена резьба (болты, винты, шурупы, шпильки, шаровые пальцы и др.) и не резьбовыми, когда стержень не имеет резьбы (заклепки, гвозди, штифты и др.)

Изделия имеют либо головку, буртик или сужение на стержне. В зависимости от вида и назначения стержневого изделия головка выполняется следующих форм: многогранной, квадратного или прямоугольного сечения, трехгранной, круглой, полукруглой, цилиндрической, конической, плоской, фасонной, изогнутой.

1. **ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СТАЛЯМ, ПРИМЕНЯЕМЫМ ДЛЯ ХОЛОДНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА**

Стали должны обладать высокой пластичностью и равномерностью свойств.

Пластичность стали во многом определяется ее химическим составом. Так увеличение содержания углерода в стали снижает ее пластичность и деформируемость, приводит к увеличению прочностных характеристик. Стали с содержанием углерода более 0,25% необходимо отжигать для увеличения пластичности. Практически стали с содержанием углерода более 0,50% можно штамповать только после предварительного подогрева.

Наибольшее применение нашли низкоуглеродистые стали ( 08 - 20),

среднеуглеродистые (30 - 45),

легированные (12ХН, 16ХСН, 19ХГН, 20Х, 35Х, 40Х, 40ХН2МА, 38ХГНМ),

боросодержащие (06ХГР, 12ХГР, 20Г2Р, 30Г1Р)

Для холодной обьемной штамповки в основном применяются мартеновские кипящие и спокойные стали. Кипящая сталь обладает пониженным сопротивлением деформации из-за более низкого содержания кремния (0,03%) и меньшей твердостью.

Для производства деталей, работающих в условиях минусовых температур, вместо кипящих сталей, склонных к хрупкому разрушению (хладноломкости), применяются спокойные.

Хром, молибден, вольфрам упрочняют феррит меньше, чем никель, кремний, марганец, бор. Молибден, вольфрам, марганец, кремний ( при наличии последних более1%) снижают вязкость феррита. Хром уменьшает вязкость значительно слабее перечисленных элементов, а никель повышает вязкость.

Кремний и марганец являются раскислителями стали. Содержание кремния - в низкоуглеродистых сталях не должно превышать 0,03% - 0,07%,

- в среднеуглеродистых - 0,15%,

- в легированных - 0,20%.

Наличие в стали больше 0,40% кремния при повышенном содержании

углерода (0,3 - 0,5%) сильно снижает пластичность.

Содержание марганца не должно превышать в низкоуглеродистых сталях 05%, в среднеуглеродистых - 0,65%.

В низкоуглеродистых легированных сталях содержание марганца и кремния может бать несколько увеличено.

Медь, снижающая пластичность, допускается в углеродистой стали до 0.20 - 0,25%, в легированной до 0,25 - 0,30%.

Добавка хрома при снижении содержания углерода улучшает штампуемость сталей. В последнее время с этой целью широко используется легирование микродобавками бора.

Практически все легирующие элементы снижают пластичность сталей при холодной деформации. Исключение составляет никель, однако при его содержании более 1% увеличивается склонность стали к налипанию на инструмент при штамповке.

Содержание серы и фосфора в стали не должно превышать 0,035%.

Классы прочности крепежных изделий 8.8 и выше обеспечиваются, как правило, термической обработкой. Для восприятия закалки и достижения высокой прокаливаемости сталь легируют как дешевыми элементами,- марганцем, хромом, бором, так и более дорогими никелем, молибденом.

Макроструктура изломов и протравленных темплетов углеродистой стали не должна иметь усадочно раковины и рыхлости, пузырей, расслоений, трещин, неметаллических включений и флокенов, видимых без применения увеличительных приборов.

Макроструктура легированной стали должна соответствовать ГОСТ 4543-71.

Величина аустенитного зерна в легированной стали должна быть не крупнее 5 балла ГОСТ 5639-82.

Углеродистые и легированные стали, применяемые для объемной штамповки, относятся, как правило, к перлитному классу. Сталь с перлитной структурой, состоящей из чередующих слоев феррита и тонких пластинок цементита, обладает повышенным сопротивлением холодной деформации. Поэтому соответствующей термообработкой добиваются такого видоизменения характера структуры перлита, чтобы пластинки цементита преобразовались в частички сферической формы, распределенные по ферриту. Такую структуру называют структурой зернистого перлита или сфероидального цементита. Она характеризуется перлитным числом, которое может изменяться от 1 до 100 и обозначает процент содержания сфероидального цементита в общей массе перлита. Для ХОШ наилучшей считается структура с перлитным числом 70-80.

Микроструктура высаживаемых сталей должна быть мелкозернистой.

Для объемной штамповки наиболее благоприятна структура, в которой сфероидальные карбиды (в углеродистых сталях цементит) составляют не менее 70%.

Для сталей с содержанием углерода более 0,3% оптимальной структурой считается сорбитообразный перлит.

В микроструктуре среднеуглеродистых и хромистых сталей недопустимо наличие грубопластинчаого перлита и манштеттовой структуры.

Общая глубина обезуглероженного слоя (феррит + переходная зона) стали с массовой долей углерода 0,3% и более не должна превышать 1,5% на сторону.

Для калиброванной со специальной отделкой поверхности стали, не подвергнутой термической обработке, обезуглероживание не допускается.

Стали для объемной штамповки диаметром до 25-31 мм поставляются в моткох. свыше 31 мм - в бунтах.

Проверка металла на соответствие требованиям стандартов производится входным контролером.

Поверхность калиброванной стали должна быть чистой, гладкой, светлой или матовой, без трещин, плен, закатов и окалины и удовлетворять требованиям групп А и Б ГОСТ 1051-73.

Заготовка, предназначенная для холодной штамповки, не должна иметь трещин, закатов, волосовин, рыхлости и других дефектов.

При высадки дефекты раскрываются в трещины.

Перечисленные дефекты образуются в процессе прокатки и не устраняются в процессе волочения или калибровки.

Трещины, волосовины и другие поверхностные дефекты возникают как при разливке стали в изложницы, так и при прокатке. Закаты образуются при неправильеой настройке валков прокатного стана. Рыхлость и усадочные раковины остаются на прокатанном металле из-за неполной отрезки верхней части слитков на ножницах прокатного стана (непрерывная разливка стали). Вид дефектов горячекатанной стали показан на рис. \_

Установлено, что волосовины, риски, плены, глубиной более 0,05 мм при больших положительных деформациях раскрываются образуя трещины.

Установлено, что сталь для ХОШ после подготовки должна обладать следующим сочетанием механических свойств. Твердость должна быть в пределах НВ 150-260, отношение предела текучести к пределу прочности 0,5-0,65. Если относительное сужение больше 60%, то сталь весьма пластична, при 50-60% сталь достаточно пластична, при меньших значениях сталь считается непригодной для высадки.

Горячекатанную сталь для холодной высадки поставляют по стандарту ГОСТ 10702-78. В соответствии с требованиями стандарта перечисленные дефекты не допускаются. Риски на поверхности металла допускаются глубиной не более 0,2мм, а так же сталь должна выдерживать испытание на осадку в холодном состоянии в соответствии с требованиями ГОСТ 10702-78.

1. **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ ЗАГОТОВОК СТЕРЖНЕВЫХ КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ.**

**Однопозиционный технологический процесс** объемной штамповки применяется для изготовления заготовок болтов с уменьшенной и нормальной головками, винтов, заклепок и др. изделий из низкоуглеродистых и среднеуглеродистых сталей, при этом используется калиброванный металл, диаметр которого назначается согласно данным, приведенным в табл. 5.

Высадка головки производится за два удара, в результате чего упрочняется только металл головки, а диаметр стержня при этом увеличивается на величину технологического зазора. Разница между прочностью головки и прочностью стержня достигает 300-350 МПа. Для снятия остаточных напряжений штампованные заготовки должны быть подвергнуты термической обработке. См. Рисунок 1.



Рисунок 1 – Эскизы схем высадки головки изделий за два перехода.

При технологическом процессе объемной штамповки заготовок болтов и винтов с редуцированием стержня под накатку резьбы (см. рис. 2) неравномерность распределена напряжений между головкой и стержнем ниже, чем в процессах, приведенных в схемах рис.1.



Рисунок 2 – Эскизы схем высадки головки изделий за два перехода.

**Трехпозиционный процесс** изготовления заготовок (безоблойная объемная штамповка) применяется для изготовления болтов с уменьшенной головкой и коротким стержнем из низкоуглеродистых сталей. При этом технологическом процессе применяется калиброванный металл, диаметр которого назначается согласно данным, приведенным на рисунке 3. Высадка цилиндрической головки происходит на двух позициях с последующим оформлением шестигранника на третьей позиции. Диаметр стержня при этом увеличивается на величину технологического зазора.

Степень деформации головки - значительна из-за малого диаметра исходного металла и достигает 85%. Достоинством метода является простота изготовления холодноштамповочного инструмента и снижение норм расхода металла.

К недостаткам нужно отнести: высокую степень деформации при высадке головки и большие удельные усилия на инструменте, а при недоштамповке низкое качество оформления шестигранника, необходимость термической обработки для снятия остаточных напряжений



Рисунок 3 – Эскизы схем высадки головки изделий за три перехода. а) штамповка изделий с коротким стержнем, б) штамповка изделий с однократным редуцированием стержня длинных изделий.

Трехпозиционный технологический процесс изготовления заготовок (безоблойная объемная штамповка) с однократным редуцированием стержня применяется для изготовления болтов с уменьшенной головкой из низкоуглеродистых и среднеуглеродистых сталей (табл.5, схема 5). При этом технологическом процессе применяется калиброванный металл диаметром, равным наименьшему предельному диаметру гладкой части болта минус суммарный технологический зазор.

Высадка цилиндрической головки происходит за один удар первой позиции, оформление шестигранной головки - на второй позиции и редуцирование стержня под накатку - на третьей.

**Четырехпозиционный технологический процесс** с однократным редуцированием стержня и обрезкой граней рисунок 3 применяется для изготовления заготовок болтов с уменьшенной и нормальной головкой из низкоуглеродистых, среднеуглеродистых и, в ряде случаев, из легированных сталей. При этом технологическом процессе применяется калиброванный металл, диаметр которого равен наименьшему предельному диаметру гладкой части стержня болта минус суммарный технологический зазор. Этим способом рекомендуется изготавливать заготовки болтов с длиной стержня более 10 диаметров.

Высадка цилиндрической головки происходит на двух позициях. Диаметр гладкой части при этом увеличивается на величину технологического зазора, на третьей позиции производится редуцирование стержня.



Рисунок 4 – Эскиз схемы высадки однократным редуцированием стержня изделия и обрезкой граней шестигранника.

Недостаток способа: неравномерность распределения механических свойств головки и стержня, высокая степень деформации головки и, как следствие, необходимость термической обработки для снятия внутренних напряжений.

Четырехпозиционный технологический процесс изготовления заготовок с двукратным редуцированием стержня и обрезкой граней (рис. 5) применяется при изготовлении болтов из среднеуглеродистых и легированных сталей. При таком технологическом процессе используется калиброванный металл, диаметр которого равен 1,10 - 1,25 наименьшего предельного диаметра гладкой части стержня болта.



Рисунок 5 – Эскиз схемы высадки двукратным редуцированием стержня изделия и обрезкой граней шестигранника.

На первой позиции производится редуцирование стержня до диаметра гладкой части минус технологический зазор; на второй - высадка цилиндрической головки; на третьей - редуцирование стержня болта с уменьшением диаметра под накатку резьбы; на четвертой - обрезка граней.

Степень деформации головки приближается к степени деформации стержня, а разница между прочностью головки и стержня болта составляет 20-50 МПа, что позволяет, в ряде случаев, избежать термической обработки заготовок болтов.

**Четырехпозиционный технологический** процесс изготовления заготовок болтов с однократным редуцированием стержня и обрезкой граней (рис. 6) применяется в тех же случаях, что и технологические процессы по рисункам 4 и 5. Окончательное же оформление головки и шайбы на заключительном переходе осуществляется усилием обрезки, обеспечивающим выдавливание "мертвой шайбы" из конусной фаски, после чего происходит обрезка граней головки.

Диаметр конусной фаски под головкой равен диаметру "мертвой шайбы" или меньше его.



Рисунок 6 – Эскиз схемы высадки однократным редуцированием стержня изделия и обрезкой граней шестигранника.

Преимущество: уменьшение усилий объемной штамповки и, как следствие, увеличение стойкости холодноштамповочного инструмента.

**Способы изготовления шпилек**

Методом осадки изготовляются заготовки шпилек, имеющих общую длину не более 10 диаметров и с длиной гладкой части не более 1,5 диаметра. При больших длинах не выдерживаются диаметральные размеры под накатку резьбы и диаметр гладкой части.

Метод редуцирования диаметров заготовки шпилек с двух сторон под накатку резьбы требует применения двух-ударных или многопозиционных автоматов.

Трехпозиционный технологический процесс изготовления заготовок шпилек применяется для деталей, диаметр гладкой части которых равен наружному диаметру резьбы. На первой позиции происходит выравнивание торцов заготовки, на второй - оформление концевых фасок, на третьей - редуцирование концов шпильки под накатку резьбы. Этот способ обеспечивает диаметр гладкой части шпильки, равный наружному диаметру резьбы при любой длине детали, высокую точность размеров под накатку резьбы, высокую чистоту поверхности.



Рис.7 - Способы изготовлении шпилек. а) получена способом осадки; б) получена способом редуцирования; в) получена способом высадки и редуцирования; г) получена способом редуцирования.

Комбинирование осадки и редуцирования применяется для изготовления шпилек длиной более 10 диаметров, имеющих ступенчатую гладкую часть.

**Особенности изготовления заклепок и винтов.**

Стандартные заклепки сплошного сечения изготовляются на двухпозиционных, трех-ударных автоматах, при отсутствии которых можно использовать многопозиционные автоматы.

Исходный металл принимается как равный наименьшему предельному диаметру наибольшей ступени. На первой позиции производится выдавливание наименьшей части стержня, на второй позиции производится подторцовка ступени заклепки и высадка головки за два удара.

Заклепки с глухой полостью с диаметром стержня не более 5 мм изготавливают на специальном однопозиционном автомате по переходам.

Возможность использования на автомате "плавающей" матрицы позволяет штамповать заклепки по циклограмме, обеспечивающей между ударами предварительного и окончательного пуансона на величину, соответствующую объему металла, необходимого для формообразования головки вторым пуансоном. В момент выталкивания заклепка снимается с выдавливающего пуансона вильчатым съемником.

Заготовки винтов изготовляют на однопозиционных двух-ударных автоматах, как правило, со шлицем. Для полного выдавливания винтов М3 - М6 с прямым шлицем используются автоматы комбайны, состоящие из однопозиционного двух-ударного автомата, шлицефрезерного агрегата и резьбонакатного автомата, связанных транспортным устройством.



Рисунок 8 – Схемы изготовления заклёпок. а) заклёпка с полукруглой головкой; б) заклёпка с потайной головкой; в) заклёпка с цилиндрической головкой.

1. **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ПЕРЕХОДОВ ОБЪЁМНОЙ ШТАМПОВКИ ЗАГОТОВКИ БОЛТА**

Основой для выбора оптимальных технологических переходов объемной штамповки деталей являются отношения:

 и ,

где *DCO* – диаметр исходной заготовки;

*lCO*  – длина высаживаемой части заготовки;

*DC* – диаметр высаженной части заготовки.

Расчет размеров заготовки болта (рис.4.3) ведется по следующим формулам:

,

где *DC* – диаметр заготовки под обрезку шестигранной головки;

*SC* – размер под ключ, номинальный.



Рисунок 9 – Размеры заготовки болта

 мм.

Высота фаски: ,

где *DC3* – выбирается из таблицы в зависимости от размера *SC*.

 мм.

Высота цилиндрической части головки:

,

где *HC* – высота головки болта, номинальная;

*HC2* – высота «мертвой шайбы», номинальная.

 мм.

Высота концевой фаски под накатку резьбы:

,

где *DC2* – диаметр под накатку метрической резьбы, наименьший, назначается по ГОСТ 19256-73;

*DC5* – диаметр концевой фаски, назначается в зависимости от номинального диаметра резьбы.

 мм.

**Расчет объема заготовки болта под высадку**

Объем фаски торца головки:

,

 мм3.

Объем цилиндрической части головки:

,

 мм3.

Объем «мертвой шайбы»:

,

 мм3.

Объем цилиндрической части стержня под накатку резьбы:

,

где *LC3* – длина стержня под накатку резьбы.

 мм3.

Объем концевой фаски стержня:

,

 мм3

Полный объем заготовки болта:

,

 мм3.

Объем головки заготовки болта:

,

 мм3.

Объем стержня заготовки болта:

,

 мм3.

Расчет длины и диаметра исходной заготовки



Рисунок 10 – Исходная заготовка

,

где *DCO* – диаметр исходно заготовки, назначается.

 мм.

**Расчет размеров переходов заготовки болта**



Рисунок 11 – Заготовка 2 перехода

,

 мм.

Длина стержня:

,

где *DC6* – диаметр стержня, равный наименьшему предельному диаметру гладкой части стержня *DC1* минус (0,05-0,10) мм.

 мм.

Исходя из условия равенства объемов заготовок всех трех переходов, определяют размеры заготовки второго перехода.

На втором переходе выполняем предварительный набор головки болта



*LC4=21,4мм; LC5 =22,5мм; CD5=Ø15,5мм*

На третьем переходе высаживается шестигранная головка. По размерам и объему она равна головке заготовке болта первого перехода. При этом происходит и незначительное увеличение диаметра стержня, поэтому необходимо определить его длину и диаметр. ,

где *DC1* – диаметр стержня, равен диаметру гладкой части стержня заготовки. мм



Рисунок 12 – Заготовка 3 перехода

На четвертом переходе осуществляется обрезка цилиндрической головки на шестигранник



Где VC10 – объём шестигранной головки болта

RC – радиус вписанной окружности шестигранника

 мм3.

1. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСИЛИЙ ВЫСАДКИ БОЛТА**

При технологических расчётах **усилие отрезки** заготовки определяется по формуле , где

F – площадь поперечного сечения, 

v – коэффициент учитывающий неравномерность напряжений (1,25÷1,75)%

- максимальное для данного материала удельное сопротивление реза, касательное напряжение при сдвиге ; Для стали 35 σв=65 кг/мм2 ,,



При технологических расчётах **редуцирование стержня** под резьбу определяются по формуле



F – площадь поперечного сечения,



*p* – удельное давление течения металла при входе в коническую часть матрицы



α - угол фильеры α=14°,

μ – коэффициент трения равен 1,15 при калиброванной заготовке.

bн – ширина цилиндрического пояска фильеры

Относительная степень деформации ; 

При *εотн = 16%* по кривым упрочнения определяем σт для стали 35 *σт = 58 кг/мм2*

; 

; 





При технологических расчётах усилия **предварительной осадки головки** определяются по формуле: ,

где Рвыс - полное технологическое усилие, H;

F – проекция площади контакта заготовки с пуансоном, мм;

σт – напряжение течения металла с учётом его марки, мПа;

h - высота высаженной головки, мм;

Zф – коэффициент учитывающий неравномерность напряжений (1,1÷1,2);

V – коэффициент учитывающий неравномерность напряжений (1,25÷1,75)%

μ – коэффициент трения равен 1,25 при калиброванной заготовке.

Относительная степень деформации при предварительной осадке головки, определяется по формуле , %

D0,D – площадь поперечного сечения в начале и в конце деформации



Относительная степень деформации на последующем переходе должна учитывать деформацию на предыдущих переходах

F – площадь проекции поперечного сечения заготовки,



При *εотн = 14%* по кривым упрочнения определяем σт для стали 35 *σт = 54 кг/мм2*



При технологических расчётах усилия **окончательной высадки головки** определяются по формуле: ,



Относительная степень деформации на последующем переходе должна учитывать деформацию на предыдущих переходах

При *εотн = 65%* по кривым упрочнения определяем σт для стали 35 *σт = 96 кг/мм2*

F – площадь проекции поперечного сечения заготовки,





При технологических расчётах усилия обрезки граней шестигранника определяются по следующим формуле: ,

Где F – площадь среза

F=n·a·h, где а – длинна грани, n – количество граней, h – высота головки



 - касательное напряжение сдвига = 0,6· σв, Для стали 35 σв=65 кг/мм2



Определим суммарное усилие высадки

 ; 

1. **КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХОЛОДНОВЫСАДОЧНОГО АВТОМАТА**

Исходя из выбранной схемы штамповки изделия болт М12х25 и рассчитанных технологических усилий выбираем ходолновысадочный автомат QPBA 101. Основные параметры и технологические характеристики холодновысадочного автомата приведены в таблице №1,

Таблица 1 – Основные параметры и характеристика холодновысадочного оборудования.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Параметр оборудования | характеристика |
| 1 | Модель | QPBA-101 |
| 2 | Наименование | Холодновысадочный автомат четырехпозиционный |
| 3 | Производитель | Германия |
| 4 | Масса оборудования | 25,9 т |
| 5 | Габарит | 7,5х3,5х2,5 м |
| 6 | Энергоемкость | 68 кВт |
| 7 | Длина изготавливаемого изделия | 16…120 мм |
| 8 | Диаметр стержня | 8…12 мм |
| 9 | Число ходов ползуна в минуту | 60 |

1. **АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ БОЛТОВ**

При производстве изделий стержневого типа , согласно ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», имеют место следующие опасные и вредные производственные факторы:

- движущиеся части автомата и его механизмы;

- перемещаемый кран-балкой груз (мотки, пачки прутков, контейнера с про­дукцией);

- повышенный уровень шума на рабочем месте;

- острые кромки, заусенцы на поверхности заготовок и инструмента;  
 - недостаточная освещенность рабочей зоны;

- опасность поражения электрическим током.

Для безопасной работы на холодновысадочных автоматах при производстве болтов, винтов, заклепок и других стержневых крепежных изделий следует руко­водствоваться требованиями ИОТ 09.02.01 «Инструкция для автоматчиков-наладчиков холодновысадочных автоматов по изготовлению болтов».

Передача металла в мотках и прутках, уборка готовой продукции и отходов от холодновысадочных автоматов и другие транспортные операции внутри цеха должна осуществляться при помощи механизированных средств с учетом требо­ваний ИОТ 09.24.01 «Технология погрузочно-разгрузочных работ болтового уча­стка», ИОТ 05090.01.2001 «Для крановщиков и машинистов по безопасной эксплуатации мостовых и козловых кранов», ИОТ 05090.06.96 «Для водителей элек­трокар и электропогрузчиков», ИОТ 05090.03.2001 «Инструкция по безопасному производству работ грузовыми подъемными кранами для стропальщиков».

С целью обеспечения безопасной работы: на автоматах должен быть местный отсос, который присоединяется к общей вентиляционной системе; основные механизмы автомата должны быть снабжены предохранителями от перегрузок:

* в системе привода - фрикционной муфтой включения;
* в механизме реза - разрывной шпилькой;
* в механизме выталкивания из матриц - предохранительной шпилькой;
* в механизме выталкивания из пуансонов - разрывным болтом.

Автоматы должны быть снабжены блокировками, исключающими:

* включение муфты при отключенной системе смазки;
* включение главного привода при включенном тормозе маховика, а также за­щитными ограждениями, закрывающими подвижные и токоподводящие части.

Запрещается работать при неисправных тормозах, блокирующих и предохранительных устройствах, при отсутствии заземления, при увеличенных зазорах в направляющих высадочного ползуна.

Перед началом работы автоматчик обязан проверить крепление инструмента, подвижных и вращающихся частей, на наладочном режиме проверить взаимодей­ствие всех сборочных единиц и механизмов автомата, убедиться в исправной ра­боте контрольной и сигнальной аппаратуры.

Недопустимо разбрызгивание СОЖ на неподвижные части оборудования и рабочую площадку.

Изделия должны поступать в кюбеля без выноса излишней смазочно-охлаждающей жидкости.

С целью исключения травмирования заусенцами и острыми кромками метал­ла, инструмента следует пользоваться рукавицами - ГОСТ 12.4.010-75 «Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные».

Автоматчикам следует пользоваться и индивидуальными средствами защиты по: ГОСТ 12.4.128-83 «Средства индивидуальной защиты. Каски защитные», ГОСТ 12.4.103-83 «Средства индивидуальной защиты. Одежда специальная защитная», ГОСТ 28507-90 «Обувь специальная кожаная для защиты от механических воздействий. Общие технические условия»,. Следует производить настройку автомата, замену инструмента, развязывать и снимать вязки с мотков только в защитных очках - ГОСТ Р 12.4.013-97 «Очки защитные. Общие технические условия».

Для снижения негативного воздействия шума следует использовать средства защиты органов слуха: вкладыши «Беруши» или наушники с противошумными вкладышами по ГОСТ Р 12.4.209-99 «Средства индивидуальной защиты органов слуха. Вкладыши. Общие технические требования. Методы испытаний».

Автоматчику запрещается: вводить руку в зону взаимодействия механизмов и технологического инстру­мента; во время загрузки размоточных устройств металлом стоять, проходить или ра­ботать под поднятым грузом; производить регулировку подачи исходного металла на ходу автомата.

Разборку и сборку инструмента производят на верстаке и, при необходимости, в тисках. Автоматчик должен пользоваться только исправным слесарным инструмен­том.

Ручка молотка и напильника должна быть деревянной, соответствующей длины и надежно закреплена, молоток - из цветного металла, прокладки - мягкие. Гаечные ключи должны быть не разработаны. Сварка гаечных ключей запреща­ется. Не допускается наращивание ключей трубой.

Мотки металла необходимо вешать так, чтобы заправочный конец мотка был верхним и наружным.

Автоматы должны иметь местное освещение, не допускается работать при недостаточном освещении {менее 200 люкс).

Контролеры ОТК должны руководствоваться инструкцией но охране труда ИОТ 09.26.96.

При контроле и приемке продукции запрещается: отбирать изделия с транспортера работающего холодновысадочного автомата, подходить к работающему оборудованию со стороны открытых вращающихся узлов; производить отбор образцов и замеры параметров без перчаток хлопчатобумажных по ГОСТ 5007-87 «Изделия трикотажные перчаточные. Общие технические условия» или рукавиц по ГОСТ 12.4.010-75, так как изделия после высадки имеют повышенную температу­ру (до 200°С).