

Доктор техн. наук проф. Р. В. ПИХТОВНИКОВ

ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Тепловая обработка металлов в самых разнообразнейших технологических процессах применяется очень давно. С незапамятных времен люди для того, чтобы сделать металл более пластичным, нагревали его перед ковкой или горячей штамповкой. Давно также заметили, что соответствующей термической обработкой можно сделать металл более мягким или более твердым и хрупким.

В настоящее время немыслима обработка металлов и сплавов без применения термической обработки, придающей металлу совершенно определенные физические качества, или нагрева для увеличения пластических свойств металла перед разнообразнейшей обработкой его давлением. А как известно, процессы горячего проката,ковки, штамповки, высадки являются наиболее экономичными и чрезвычайно широко распространены в современном машиностроении.

Нагрев применяется также и при сборочных работах с целью временного изменения размеров собираемых деталей для облегчения сборки. Так, например, неподвижные виды посадок зачастую осуществляются с нагревом одной из сопрягаемых деталей. Этот способ сборки более экономичен и обладает лучшими качествами, чем сборка впрессованием в холодном состоянии.

Существует и ряд технологических процессов соединения отдельных деталей с применением теплового эффекта. Здесь имеются в виду различные типы сварочных процессов, начиная от кузнечной сварки давлением и кончая различными видами электродуговой, точечной и шовной сварки.

Мы настолько привыкли к необходимости нагрева металла при целом ряде технологических процессов, что для нас может показаться странной постановка вопроса о применении для тех же процессов или некоторых из них не тепла, а холода. На первый взгляд это звучит даже парадоксально. Мы привыкли к тому, что с охлаждением металла пластические качества его резко ухудшаются. Металл становится более хрупким и, следовательно, обрабатываемость его будет более затрудненной. Но это только кажется на первый взгляд. За последнее время появилось много исследований физических качеств металлов и сплавов при пониженных температурах.

Обзор этих работ показывает, что металлы при пониженных температурах приобретают новые качества, которые во многих случаях могут быть весьма полезны при их обработке и, оказывается, для ряда металлов и сплавов при определенных технологических процессах бывает выгоднее применить обработку холодом, а не теплом. Постараемся это показать на ряде примеров.

Рассмотрим процесс сборки с применением нагрева или охлаждения. При сборке с нагревом пары сопрягаемых деталей нагревается деталь,

имеющая отверстие. Размеры отверстия увеличиваются, и в него вставляется вал. После снятия разницы в температурах получается неподвижная посадка. Нагрев отверстия связан с возможным появлением окалины на нагреваемой детали, ее короблением и изменением структуры. При сборке с применением холода в сопрягаемой паре охлаждается вал, он получает меньшие размеры, вставляется в отверстие, после снятия разницы в температурах получим ту же неподвижную посадку. В данном случае не приходится иметь неприятностей с удалением окалины и короблением детали, а изменение структуры, связанное с переходом остаточного аустенита в мартенсит, наблюдается у ограниченного числа марок сталей. Все это создает хорошие условия для сборки деталей с помощью охлаждения и резко повышает производительность труда.

Что касается вопросов техники безопасности, то они в последнем случае не сложнее, чем при горячей сборке. Единственным недостатком холодной сборки является ограниченность размеров охлаждения. Температура охлаждения практически не может быть меньше температуры жидкого азота (-195°), и, следовательно, предельная величина уменьшения охлаждаемых деталей, к сожалению, ограничена сравнительно узким диапазоном температур, в то время как при нагреве деталей этот диапазон может быть увеличен в 2—4 раза.

Применение низких температур в процессе обработки металлов давлением, оказывается, также имеет смысл, хотя на первый взгляд это кажется просто невозможным. Оказывается, ряд металлов и их сплавов при охлаждении до -200° мало теряют свои пластические свойства, но, с другой стороны, как правило, подавляющее большинство металлов и сплавов при пониженных температурах резко увеличивает свою прочность. Это обстоятельство и дает возможность использовать охлаждение при обработке металлов давлением для тех технологических процессов, где сама деформируемая деталь является рабочим органом, и через нее передается деформирующее усилие. Возьмем, к примеру, протяжку проволоки. Часть прутка деформируется в фильере. Эта часть должна обладать повышенными пластическими свойствами и пониженной прочностью. Соседняя же часть прутка, нагруженная деформирующим усилием, должна быть возможно прочнее и с трудом деформироваться. Таким образом, в одном и том же куске металла для создания наиболее рациональных технологических процессов необходимо иметь разные физико-механические свойства. С помощью тепла эта разность в свойствах достигалась тем, что металл в фильере нагревался и таким образом становился более пластичным. А металл, нагруженный деформирующим усилием, оставался при нормальной температуре и, следовательно, имел меньшую пластичность и более повышенную прочность по сравнению с металлом в фильере.

Но точно такую же разницу в прочности и пластичности различных участков металла можно создать и за счет охлаждения, если предположить, что металл в фильере будет обрабатываться при комнатной температуре, а соседний растянутый участок будет подвергаться глубокому охлаждению и таким образом станет более прочным и менее пластичным. Для многих металлов и сплавов разность в величине предела прочности и предела текучести нагретого металла и металла при комнатной температуре, с одной стороны, и металла при комнатной температуре и охлажденного металла, с другой стороны, примерно одинакова. Таким образом, технологический выигрыш также примерно одинаковый, если не считать, что во втором случае придется затратить несколько большее усилие. Однако эти затраты с лихвой компенсируются повышением стойкости инструмента.

Пример с протяжкой проволоки — это наиболее простой пример, приведенный в качестве наглядной иллюстрации возможности использования изменения механических и пластических свойств металла с помощью охлаждения при обработке его давлением. Более сложные примеры — это всевозможные виды штамповки листового металла, гибки труб и т. д.

Кафедрой технологии металлов и материаловедения Харьковского авиационного института проводится исследование ряда процессов обработки давлением с применением низких температур. В частности, аспирантом кафедры В. Н. Ревинным изучена штампуемость нержавеющей стали Я-1Т и Я-1 с применением охлаждения, так называемого «опасного сечения», т. е. места сопряжения доньшка штампуемой детали со стенкой, с целью увеличения ее прочности. В результате им получены за один переход детали с коэффициентом вытяжки 2,9, вместо обычного коэффициента 2, с помощью весьма простого по конструкции штампа, пуансон которого охлаждался жидким воздухом. Такой способ штамповки открывает новые перспективы интенсификации штамповки главным образом черных металлов.

Как известно, за последнее время появился ряд работ по штамповке цветных металлов с помощью нагрева фланца заготовки, т. е. приданию ему более пластических свойств и созданию разных механических свойств в «опасном сечении» и деформируемом фланце (работы Московского авиационного технологического института). Этот способ штамповки с подогревом оказался удачным, но, к сожалению, его весьма трудно применить к черным металлам, у которых для создания достаточного разрыва в механических и пластических свойствах опасного сечения и фланца нужен довольно высокий нагрев фланца. Помимо ухудшения условий работы штамповщика при больших температурах, такой нагрев вызывает резкое уменьшение стойкости штампуемого инструмента, а зачастую, благодаря наволакиванию материала штампуемой детали на инструмент, делает штамповку вообще невозможной.

Применение охлаждения совершенно устраняет этот недостаток. Температура матрицы немного отличается от комнатной, охлаждается только конец пуансона, с которым рабочий не соприкасается, и таким образом условия техники безопасности по сравнению с условиями при обычной штамповке почти не усложняются. Стойкость штампуемого инструмента не уменьшается, а наволакивание материала на инструмент отсутствует.

Примерно в таком же положении, как черные металлы, находится титан и его сплавы. Характер изменения физико-механических свойств титана при охлаждении способствует обработке его давлением с применением низких температур.

Применение охлаждения может быть с успехом использовано и в тех процессах, где нужно во время обработки регулировать степень деформации. Покажем это на примере гибки труб. Когда изгибается труба, даже в специальных приспособлениях, то в растянутой части трубы толщина ее стенки получается несколько меньше, чем в сжатой. Но если зону, подвергаемую растяжению, предварительно заморозить, т. е. дать ей меньшую пластичность, то после изгиба получается примерно одинаковая толщина стенок и в сжатой и растянутой зонах.

При штамповке-вытяжке листового металла воздухом, водой или резиной можно, замораживая отдельные участки заготовки, регулировать их степень деформации. Этот фактор является чрезвычайно важным, в особенности при штамповке крупногабаритных деталей, например, кузовов автомобилей, где благодаря неравномерной вытяжке листового металла под различными частями штампа иногда получается разная толщина

отдельных участков изделия. Эту неравномерность легко избежать, если в соответствующих частях штампа вделать охладители.

Применение охлаждения некоторых металлов и сплавов имеет определенное значение и при обработке их резанием. Как известно, высокопластичные (вязкие) и одновременно высокопрочные металлы с большим трудом подвергаются обработке резанием. Но можно изменить физико-механические свойства этих металлов охлаждением, сделав их более удобными для обработки резанием.

Конечно, проблемы, высказанные выше, требуют еще детальных исследований и доведения их до практических результатов. Но уж из приведенного беглого обзора можно сделать вывод о возможности применения охлаждения к ряду технологических процессов с получением при этом определенного экономического эффекта.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. С. Е. Беляев. Механические свойства авиационных металлов при низких температурах. Оборонгиз, 1940.
2. С. Я. Герш. Глубокое охлаждение. ч. II. «Советская наука», 1949.
3. Исследования в области глубокой вытяжки металлов Труды МАТИ, № 29. Оборонгиз, 1956.