

Усовершенствование конструкции штампов в целях увеличения износостойкости рабочих частей штампа при горячей объемной штамповке

Бурлаков А. В., Белоусова А. С., Бадамшин А.М.

Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация: в машиностроении распространено изготовление деталей методом давления, которое позволяет снизить расход металла за счет приближения конфигурации заготовки к готовой детали. Конструкция рабочих частей штампа со временем деформируется и изнашивается под высокой нагрузкой. В данной статье рассмотрены основные способы повышения стойкости рабочих частей штампового инструмента, в частности изготовление сборного штампа с нанесением износостойких покрытий методом ионного азотирования.

Ключевые слова: износостойкость, горячая объемная штамповка, сборный штамп, ионное азотирование, 5ХНМ.

Основными тенденциями в современном машиностроительном производстве является создание новых машин и механизмов с высокими рабочими характеристиками на основе изготовления деталей и заготовок, обладающих высоким уровнем физико-механических, технологических и потребительских свойств.

На современном этапе научно-технического прогресса прочность, вязкость и другие характеристики конструкционных материалов возрастают столь быстро, что инструментальные материалы, которыми располагает производство, в целом ряде случаев не позволяют осуществлять высокопроизводительную обработку заготовок. В связи с этими особенностями современного производства в металлообработке развивается направление по повышению стойкости рабочих деталей штампов и пресс-форм.

Из анализа литературы можно выделить несколько основных методов повышения стойкости штампов и пресс-форм.

1. Термообработка штампов и пресс-форм. Большинство штамповых сталей являются сталями с карбидным упрочнением, т. е. эти стали упрочняются путем закалки на мартенсит и отпуска, однако в ряде случаев в качестве штамповых могут применяться мартенситностареющие стали с интерметаллидным упрочнением.

2. Пластическое деформирование. Способ упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием, заключающийся в том, что заготовке сообщают крутящий момент и обкатывают поверхность детали цилиндрическим роликом с приложением постоянной радиальной силы и тормозного момента[1].

3. Способ получения износостойкого покрытия путем нанесения на поверхность инструмента для обработки давлением тонкой пленки, повышающей физико-механические характеристики поверхностного слоя.

Наиболее эффективным является способ, заключающийся в изготовлении сборного штампа, собранного из различных материалов с разной степенью теплостойкости, с рабочими частями подвергнутыми мягкому азотированию.

Целью данной работы является повышение износостойкости рабочих деталей штампов, использующих при горячей обработке давлением на кривошипных горячештамповочных прессах.

По основным свойствам штамповые стали для горячего деформирования подразделяют на стали умеренной теплостойкости и повышенной вязкости, стали повышенной теплостойкости и вязкости и стали высокой теплостойкости [2].

Стали умеренной теплостойкости и повышенной вязкости содержат относительно небольшие количества карбидообразующих элементов (Cr, W, Mo) и легированы повышенным количеством никеля и марганца для увеличения прокаливаемости и обеспечения повышенной ударной вязкости. К таким сталям относится распространенная марки 5ХНМ, которая в данной работе будет являться материалом блока (пакета) штампа.

Типовой термообработкой является закалка с высоким отпуском (рис. 1).

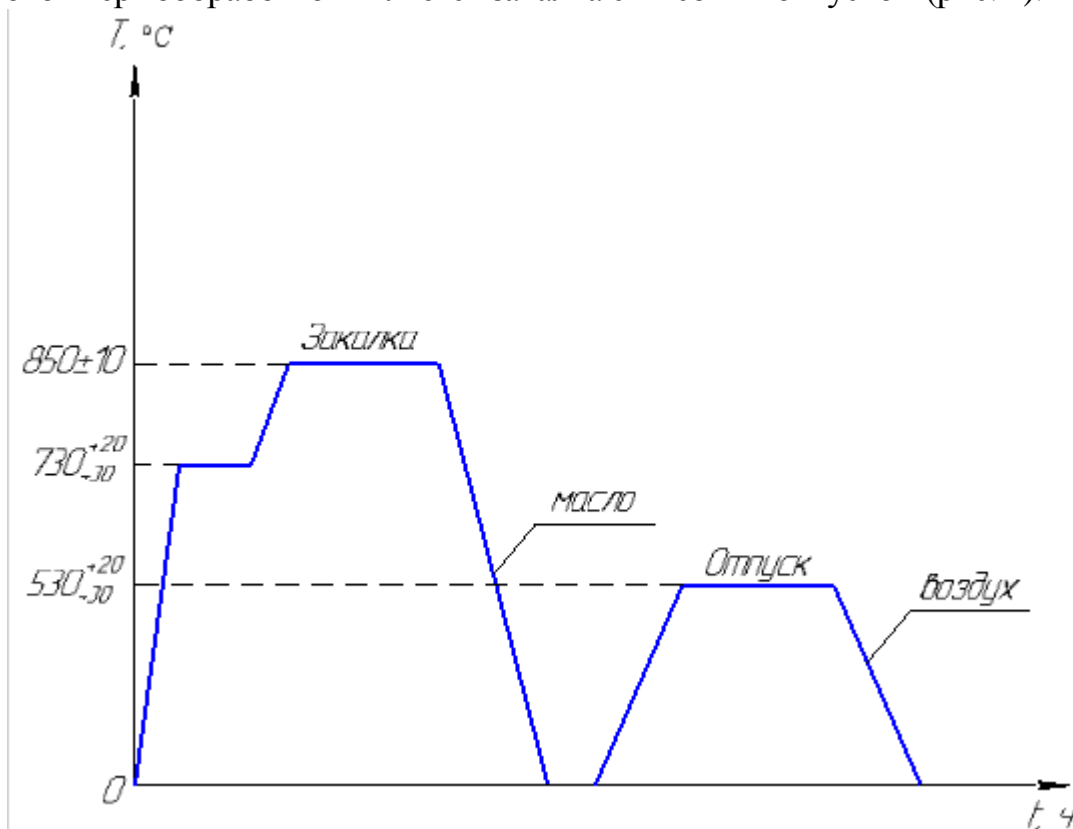


Рисунок 1 – График термообработки стали 5ХНМ

В результате термической обработки штампа твердость будет достигать от 40 до 43 единиц по шкале Роквелла.

Сталь 4Х4ВМФС с небольшими добавками вольфрама (молибдена) благодаря более высокой вязкости имеет повышенную разгаростойкость и

теплостойкость до 600°C. Присутствие хрома обеспечивает хорошую окислительную стойкость и износостойкость. Эта сталь предназначена для инструментов высокоскоростной штамповки при резком изменении температур процесса. Изделия из стали 4X4BMΦC обладают высокой стойкостью к коррозии. На сегодняшний день 4X4BMΦC пользуется особой популярностью в отечественной промышленности.

Сталь 4X4BMΦC (ДИ 22) наряду со сталями 3X2B8Φ, 4X2B5MΦ, 4X5B2ΦC – является комплексно-легированной сталью, близкой по составу и видам превращений при термической обработке к быстрорежущим сталям (P6M5, P18 и пр.), но являющейся доэвтектоидной с меньшим содержанием карбидов $M_{23}C_6$ и M_6C . Для повышения теплостойкости такие стали закаливают с высоких температур (1025-1125 °C). Отпуск в интервале температур 500-580 °C вызывает выделение высокодисперсных карбидов. Для увеличения вязкости температура отпуска повышается до 600-650 °C (рис. 2).

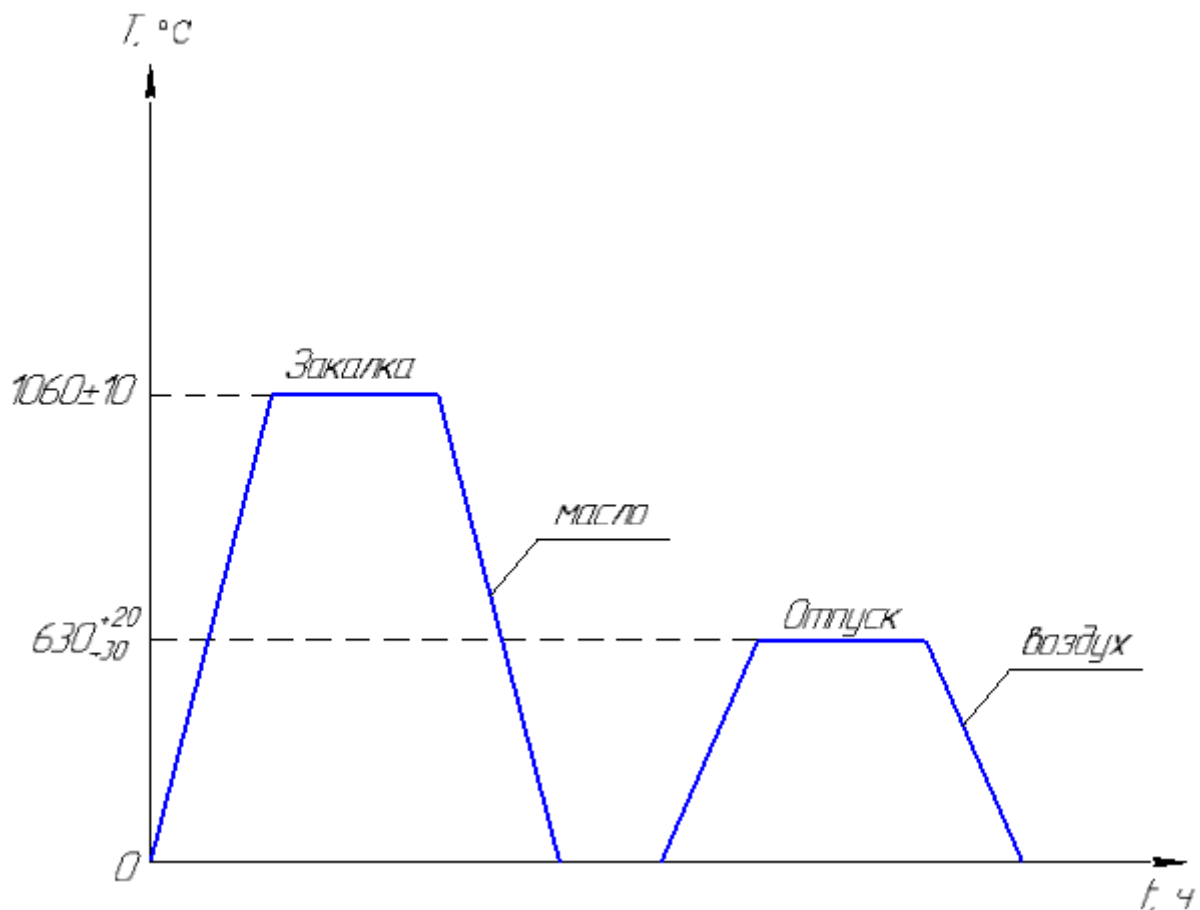


Рисунок 2 – График термообработки стали 4X4BMΦC (ДИ 22)

В результате термической обработки штампа образуется структура троостита с твердостью 45-50 HRC.

Отсутствие динамического воздействия при работе КГШП позволяет применять сборные штампы, которые имеют существенные преимущества перед молотовыми штампами, заключающиеся в том, что упрощается изготовление сменного инструмента и создаются условия для экономии дорогих инструментальных сталей. Штампы состоят из штамповых вставок с

выполненными в них ручьями и блоков (пакетов) или державок, в которых закрепляют вставки (рисунок 3).

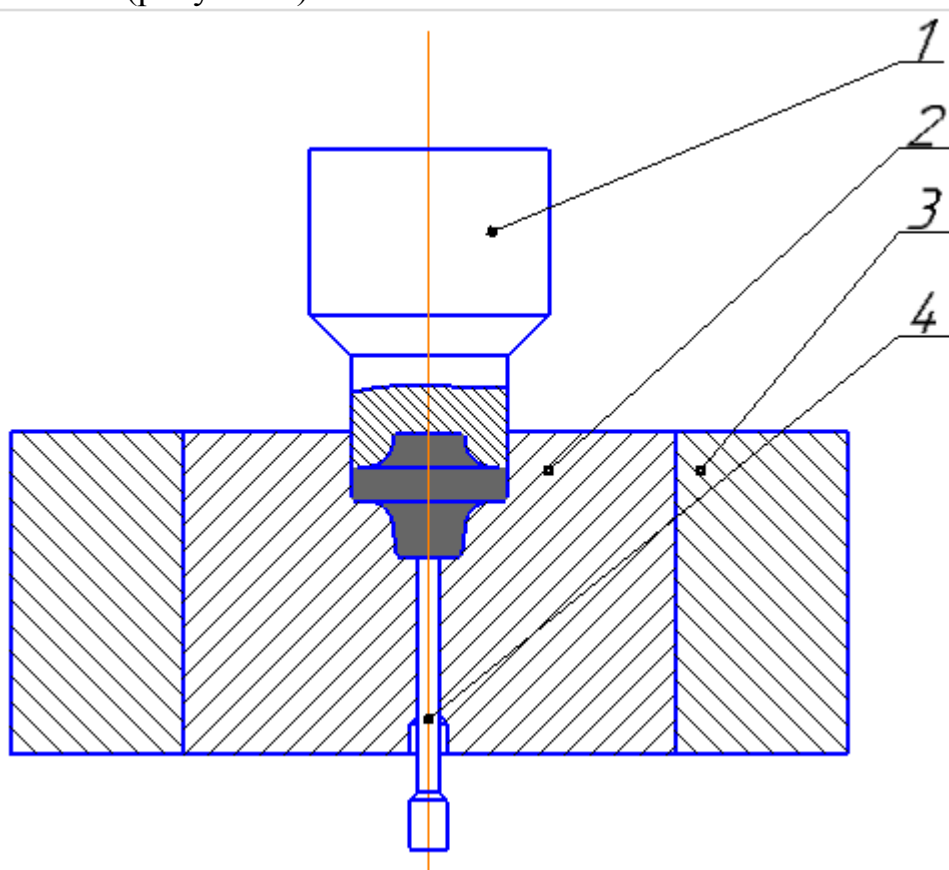


Рисунок 3 – Эскиз пакета для горячего выдавливания: 1 – пуансон, 2 – вставка, 3 – обойма, 4 – выталкиватель

Сопротивление термической усталости (разгаростойкость) – специфическое свойство штамповых сталей, характеризует устойчивость стали к образованию поверхностных трещин при многократных теплосменах. Разгаростойкость тем выше, чем больше вязкость стали и меньше коэффициент теплового расширения.

Так, в сборном штампе, роль вставки выполняет сплав, разгаростойкость которого выше, чем сплава обоймы. За счет этого понижается износ обоймы штампа, за счет чего ее можно использовать после нескольких замен материала вставок, тем самым экономно расходуя материалы предприятия.

В качестве дополнительного упрочнения рабочие части инструмента подвергались «мягкому азотированию». Мягкое азотирование проводилось в цианистой ванне, содержащей 40 % KCN и 60 % NaCN, при температуре 570 °С в течение 30-180 мин, с продуванием сухим воздухом для ускорения реакций окисления и диссоциации солей[3].

Мягкое азотирование повышает противозадирные свойства, предел выносливости и износостойкость стали. Одно из важнейших преимуществ мягкого азотирования – незначительное изменения размеров деталей (увеличение на 3-10 мкм) и отсутствие деформации. Поэтому рекомендуется сначала проводить окончательную обработку резанием и притирку, а затем мягкое азотирование.

Практический опыт, основанный на статистике, показывает, что количество отштампованных деталей с одного штампа при использовании сборного штампа, подвергнутого процессу азотирования, в несколько раз превышает количество деталей изготовленных в штампе, изготовленном из одного материала (рис. 4).

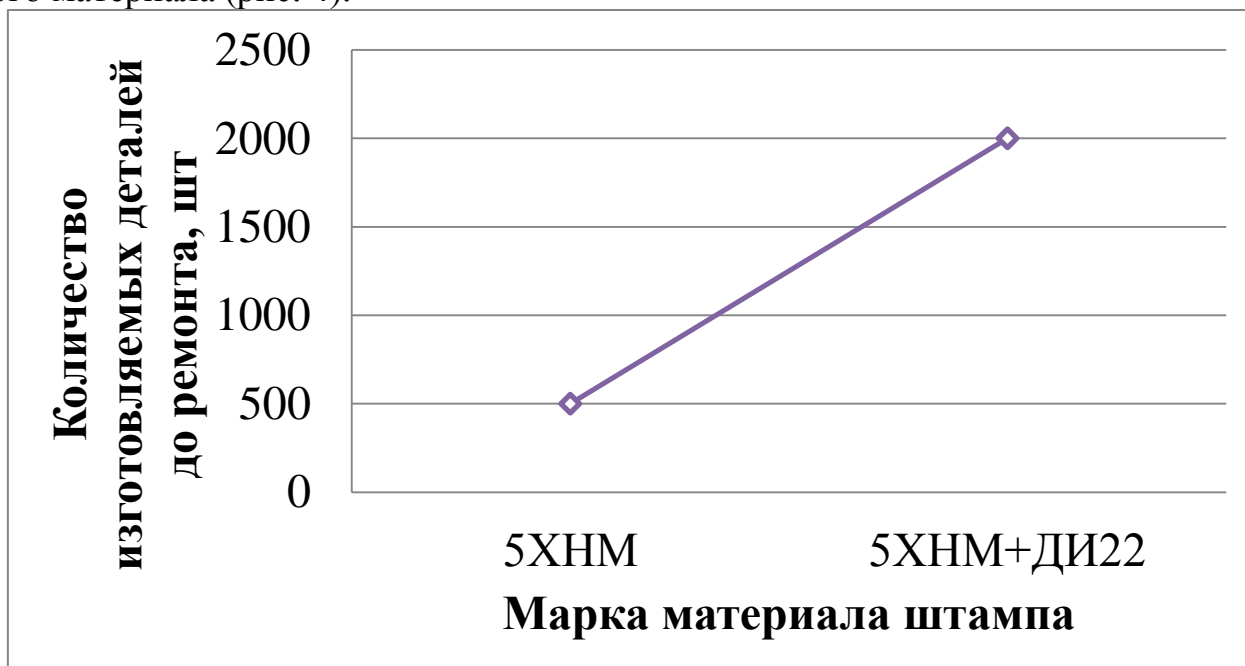


Рисунок 4 – Зависимость количества изготавливаемых деталей от марки материала штампа

Повышение стойкости штампов является одной из важных задач, которые должны учитываться при их изготовлении, ремонте и эксплуатации. Использование сборного штампа, подвергнутого химико-термической обработке, позволяет значительно сократить потери рабочего времени на ремонт, заправку и изготовление штампов, снизить простои оборудования при смене штампов и увеличить количество отштампованных деталей с одного штампа. Вместе с тем, изготовление штампов со вставками увеличивает общий производственный цикл изготовления инструмента и является более дорогостоящим процессом ввиду использования различных материалов в сборных штампах и упрочняющей термообработки.

Список литературы

1. Табаков В. П., Кокорин В. Н., Титов Ю. А., Морозов О. И. Повышение стойкости рабочих поверхностей деталей штампов и пресс-форм из теплостойких сталей // «Известия ТулГУ. Технические науки». 2017. № 11. Ч. 1. С. 64 - 68.
2. В. С. Кушнер. Материаловедение: учебник / В. С. Кушнер, О. Ю. Бургонова, Д. А. Негров, А. А. Новиков, А. Г. Схиртладзе. – Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2014. – 252 с.

3. Самохоцкий, А. И. Технология термической обработки металлов / А. И. Самохоцкий, Н. Г. Парфеновская. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1976. – 311 с.

4. В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин [и др.]. Марочник сталей и сплавов. / под общ. Ред. В. Г. Сорокина. М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.

5. Морозов О. И., Кокорин В. Н., Табаков В. П., Сагитов Д. И., Илюшкин М. В., Ширманов Н. А. Повышение стойкости рабочих поверхностей деталей штампов при использовании комплексной модификации // «Известия ТулГУ. Технические науки». 2018. № 8. С. 261-273.