

УДК 621.785.363 (088.8)

В.И. Астащенко, А.И. Швеев, И.М. Родькин, Т.В. Швеева, А.В. Родькина

**ПОДГОТОВКА ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ ИЗ ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ
К ХОЛОДНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ**

Камская государственная инженерно-экономическая академия

Показана возможность изготовления методом холодной пластической деформации деталей автомобиля из легированных сталей. Предложен способ термической обработки стальных заготовок под холодную объемную штамповку и выдавливание. Циклическая стойкость деталей, изготовленных данными методами, повышается в три и более раз.

Ключевые слова: термическая обработка, сталь, деформация, структура, твердость.

Вступление страны в ВТО обязывает машиностроительный комплекс существенно изменить отношение к производству автотехники. Продукция автомобилестроительных предприятий должна быть конкурентоспособной и отвечать требованиям европейских и мировых стандартов по надежности, долговечности, экологичности, удельной грузоподъемности и т.д. Кроме того, на этапах технологического передела металла в деталь немаловажным условием является экономия топливно-энергетических и материальных ресурсов. Наиболее перспективным направлением одновременного решения этих задач является разработка и внедрение малоотходных и высокоэффективных процессов формообразования деталей. К таким процессам относятся различные методы холодной пластической деформации: выдавливание, штамповка, высадка, редуцирование и прочие, которые находят все более широкое применение на заводах машиностроения. Благодаря этим технологиям, коэффициент использования металла достигает 90% и более. Существенно снижается, а в ряде случаев, и отпадает необходимость в последующей механической обработке таких металлоизделий. Дополнительно, в процессе формообразования деталей этим способом, и особенно деталей сложной геометрии, в металлоизделиях создается благоприятная текстура деформации, способствующая повышению их эксплуатационных характеристик. Известно, что высокими технологическими свойствами при обработке давлением в холодном состоянии обладают низкоуглеродистые стали, которые по химсоставу, прочности и пластичности удовлетворяют требованиям ГОСТ 10702-78, ГОСТ 9045-95, DIN 10149-1-95 и DIN 10149-2-95. Однако применение в автомобилестроении сталей, указанных в этих стандартах ограничивается пониженным уровнем их прочности и тяжелыми условиями эксплуатации многих деталей. Для изделий, одновременно испытывающих статические и динамические нагрузки в эксплуатации, рекомендуют и зачастую используют высокопрочные легированные стали, которые в свою очередь обладают недостаточным уровнем пластичности при комнатной температуре, что затрудняет их деформацию в холодном состоянии. Особенно это заметно при изготовлении мелко модульных зубчатых и толстостенных трубчатых деталей.

Важным звеном на стадиях создания и внедрения ресурсосберегающих технологий холодной пластической деформации при изготовлении высокопрочных стальных изделий является обеспечение однородности структуры и свойств сплава по всему объему полуфабриката.

Цель работы – создание необходимого структурного состояния в легированных цементуемых сталях под холодную пластическую деформацию деталей автомобиля.

Основными критериями структурного состояния сталей, характеризующими высокую пластичность сплава, является дисперсность зеренного строения, количество и морфо-

логия структурных и фазовых составляющих, степень загрязненности неметаллическими включениями и их сконцентрированность.

Первые показатели структуры формируются при термической обработке полуфабриката и в первую очередь в результате длительного (40 часов и более) сфероидизирующего отжига. Но даже после столь длительных выдержек в структуре легированных сталей встречаются участки со следами недиффузионного распада аустенита (рис. 1).

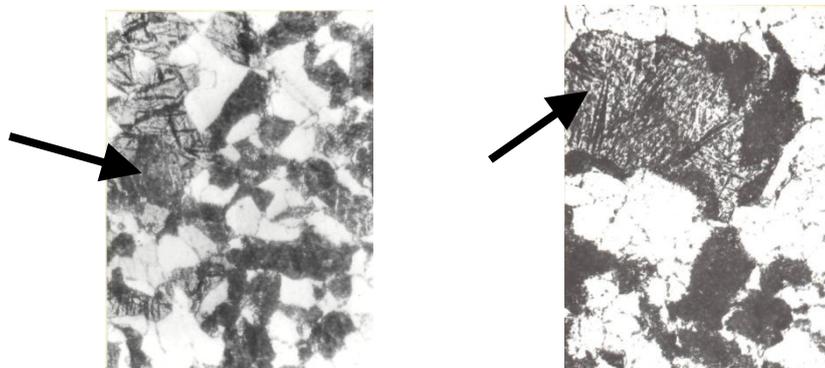


Рис. 1. Неперлитные продукты превращения в стали после отжига заготовок

Присутствие микроучастков с мартенситной (рис. 1) или бейнитной структурой в стали, имеющей феррито-перлитную основу, создает напряженное состояние между градиентными структурными составляющими и снижает показатели пластических свойств сплавов. Для повышения технологической пластичности конструкционной стали необходимо иметь структуру зернистого, а не пластинчатого перлита, что повышает изотропность сплава, уменьшает его упрочнение при деформации и улучшает штампуемость [1].

В работе для металлографических исследований использовали оптические микроскопы «Неофот-21» (Германия) и IM-7200 (Япония) с лицензионным программным продуктом «Трихотет-PRO» системы «ВидеоТест-М». Твердость определяли в соответствии со стандартами на поверенных приборах ТШ-2М и ТК-2М. Микротвердость структурных составляющих оценивали с помощью микротвердомера «Durimet» (Германия) при нагрузке на индентор 9,8Н. Термическую обработку образцов и натуральных деталей проводили в лабораторных и производственных условиях в электропечах М-12 и в печах с газовым обогревом мод. 34898 «Теплопроект» соответственно. Пластическую деформацию стальных полуфабрикатов проводили на прессах мод. КБ 0034.

Изгибную циклическую долговечность зубчатых деталей в составе узлов автомобиля КАМАЗ оценивали при испытаниях* ведущих мостов на стенде модели AV-604. Химический состав металлополуфабрикатов, заготовок и деталей определяются по ГОСТ 18895-97 на эмиссионном спектрометре «СПЕКТРОЛАБ», на микрофотометре МФС-51 и спектрографе АФС-51, а также на приборах мод. АН-7529 и АН-7560 для определения углерода и серы.

Исследования проводились на широкоприменяемых в автомобилестроении в конструкционных цементуемых легированных сталях марок 20ХГНМТА и 12ХНЗА, используемых для изготовления зубчатых деталей и поршневых пальцев ДВС автомобиля КАМАЗ.

Установлено, что химический состав исследуемых сталей по всем элементам находится в пределах допустимых ГОСТ 4543 и ТУ 14-1-5509 (рис. 2, 3). При этом колебания по отдельным химическим элементам в стали 20ХГНМТА составили от 1,19 до 4,0 раз, а в стали 12ХНЗА – от 1,31 до 2,80 раза.

* Испытания выполнены в НТЦ ОАО «КАМАЗ».

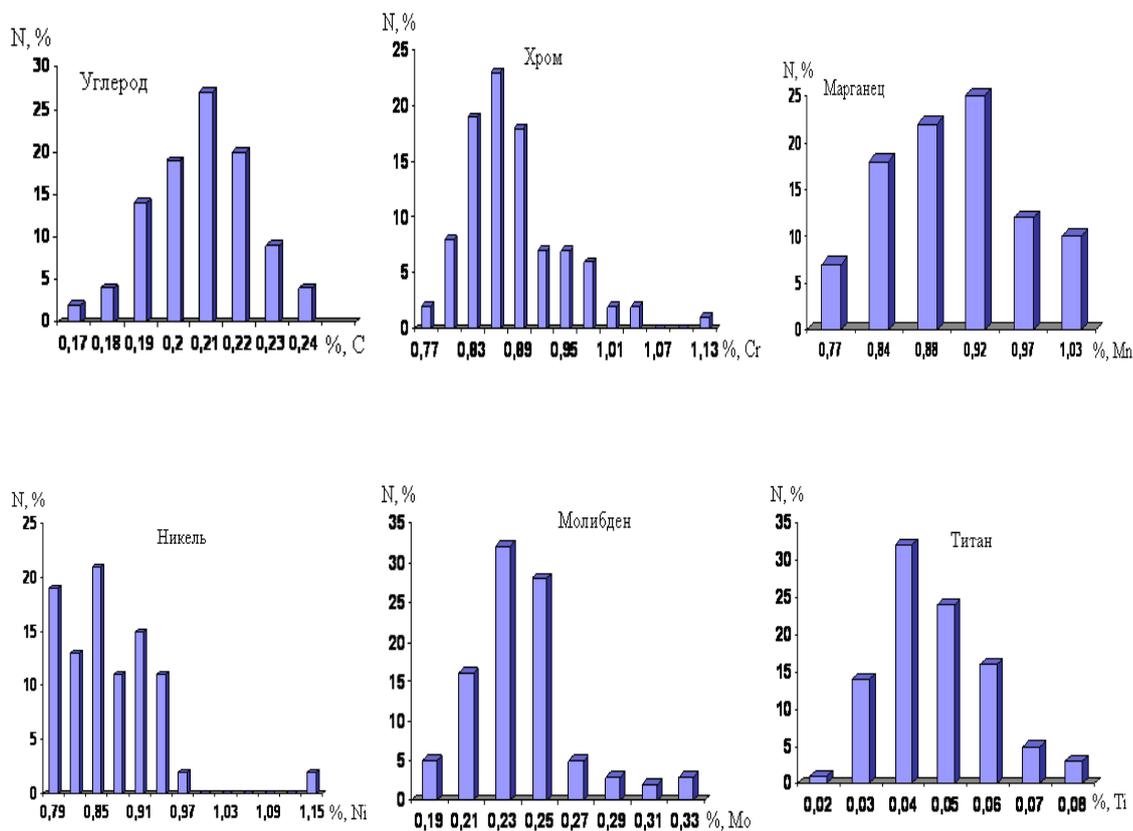


Рис. 2. Частота распределения по содержанию химических элементов в стали 20XГНМТA (по результатам анализа 294 плавков стали)

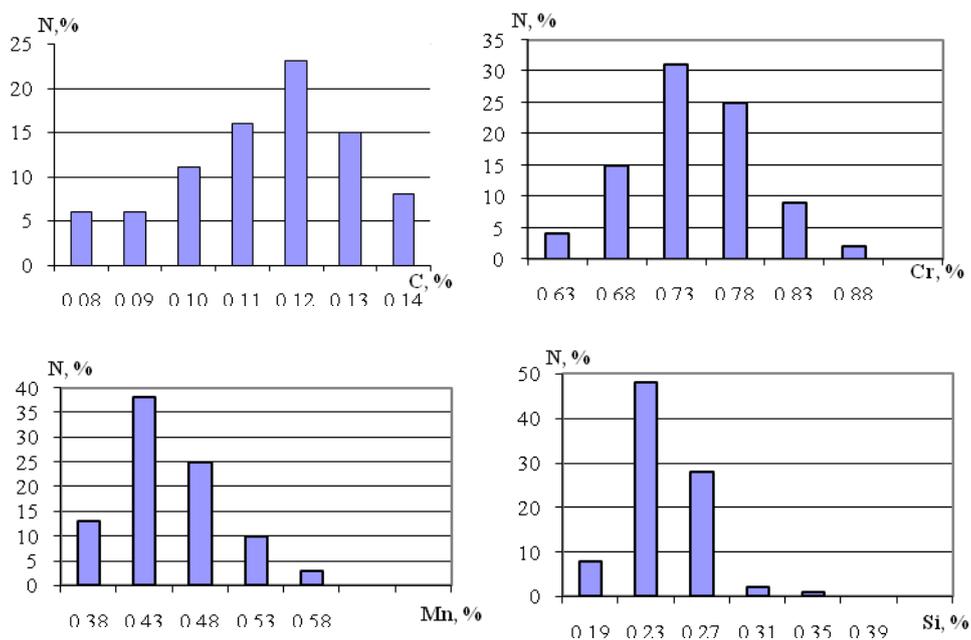


Рис. 3. Частота распределения по содержанию химических элементов в стали 12ХН3А (по результатам анализа 174 плавков стали)

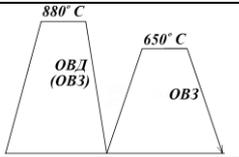
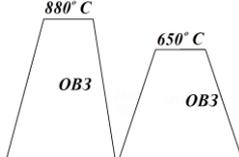
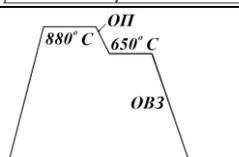
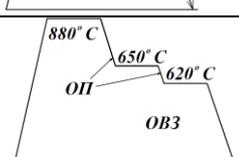
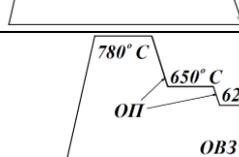
Широкоприменяемые способы термической обработки таких сталей не обеспечивают стабильного получения рекомендуемой структуры и твердости заготовок под холодную пластическую деформацию. Об этом убедительно свидетельствуют значительные колеба-

ния по твердости стали 12ХН3А после отжига, которая колебалась от 176 до 197 НВ. Поэтому, при разработке технологии разупрочнения стали необходимо учитывать не только колебания химических элементов (рис. 2, 3), но и структурную неоднородность в микрообъемах (рис. 1).

В работе исследовано влияние температурно-временных параметров нагрева, охлаждения и диффузионного распада переохлажденного аустенита на получаемую структуру, твердость и размер зерна стали. В табл. 1 представлены результаты анализа таких свойств в стали 12ХН3А после различных видов обработки. Наиболее благоприятными показателями по структуре и твердости под холодную пластическую деформацию обладает данная сталь после термической обработки, включающей аустенитизацию при температуре 880°С с последующим диффузионным изотермическим γ - α превращением при температурах 650°С и 620°С (табл. 1, режим № 4).

Таблица 1

Свойства стали 12ХН3А после различных видов термообработки

Номер режима	Схема термической обработки	Микроструктура	Размер зерна, мм	Твердость, НВ
1.		П+Ф Пзерн < 80%	0,017-0,026	187 (159)
2.		П+Ф Пзерн < 80%	0,017-0,028	159
3.		П+Ф Пзерн > 80%	0,016-0,022	149-153
4.		П+Ф Пзерн > 85%	0,014-0,021	146-149
5.		П+Ф Пзерн > 85%	0,017-0,038	146-149

Обозначение: охлаждение с печью (ОП), в воде (ОВЗ), на воздухе (ОВЗ), П-перлит, Ф-феррит, Пзерн. – перлит зернистый, Пс- перлит сорбитообразный

Внедрение данной технологии термообработки стали 12ХН3А при изготовлении поршневых пальцев ДВС показала свою экономичность и технологичность. Из предварительно термообработанных заготовок методом холодного выдавливания получены высококачественные детали с минимальным припуском на механическую обработку (рис.4).

Разработанная технология отжига может быть использована в качестве разупрочняющей термической обработки для заготовок из стали 20ХГНМТА. Для интенсификации процесса перекристаллизации стали и обеспечения в ней мелкозернистого строения температуру аустенити-

зации рекомендуется повысить до 900-920°C. Подтверждением этому служит устойчивость и рост зерна при нагреве данной стали до температуры ~950°C (рис. 5), что можно объяснить наличием в ней легирующих тугоплавких элементов – молибдена и титана [2].

Термическая обработка по предлагаемой технологии заготовок из сталей 20ХГНМТА показала, что их твердость не превышает 163НВ, микротвердость перлита находится в пределах 227-286 НV, феррита – 179-210НV при разности между этими структурными составляющими составляет менее 80 НV. Такое состояние стали позволило получить методом холодной объемной штамповки (ХОШ) детали с высокой точностью зуба (рис. 6).

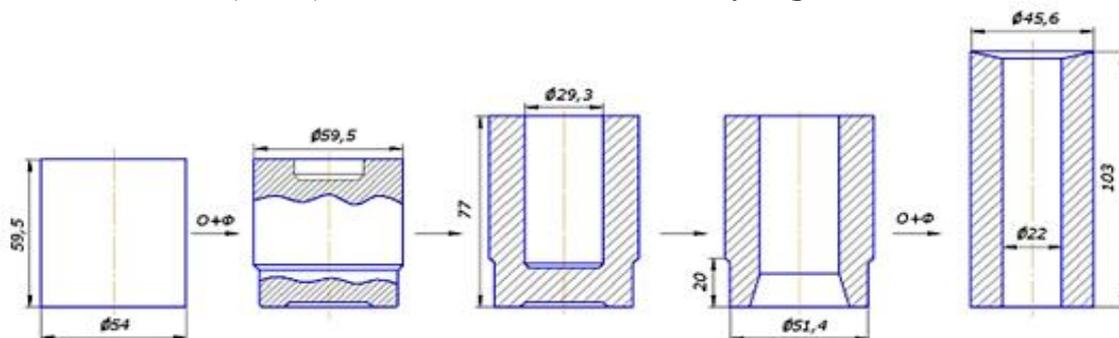


Рис. 4. Схема изготовления поршневых пальцев ДВС и межоперационного отжига заготовки из стали 12ХН3А. О – отжиг; Ф – фосфатирование

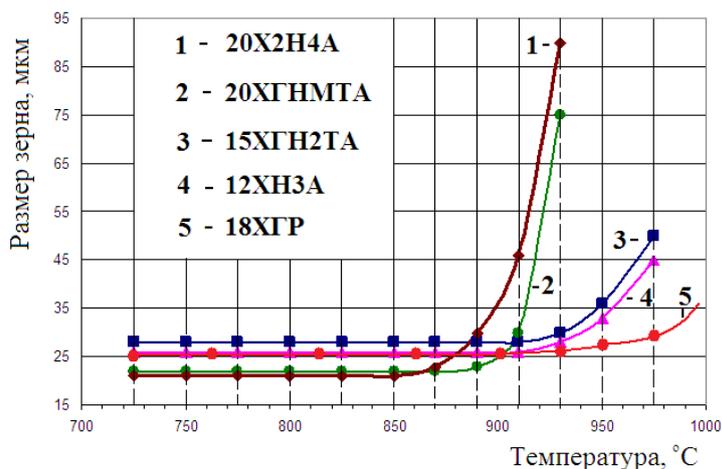


Рис. 5. Температурная зависимость роста зерна в различных сталях



Рис. 6. Сателлит, изготовленный методом холодной объемной штамповки (сталь 20ХГНМТА)

Стендовые испытания колесных передач ведущих мостов с сателлитами, изготовленными методом ХОШ, показали изгибную долговечность деталей в пределах 1070-1150 тыс. циклов нагружения, что примерно в три раза превышает стойкость сопрягаемых деталей, входящих в звено механизма.

Выводы

1. Разработан способ термической обработки стали 12ХНЗА и 20ХГНМГА под холодную пластическую деформацию, включающий аустенитизацию и распад переохлажденного аустенита при температурах 650 и 620°C.

2. Выявлено трехкратное повышение циклической стойкости деталей, изготовленной методом ХОШ.

3. Технология отжига заготовок рекомендуется к применению на предприятиях при изготовлении деталей методом холодной пластической деформации.

Библиографический список

1. **Ильин С.И.** Технология термической обработки сталей: учеб. пособие / С.И. Ильин, Ю.Д. Корягин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 120 с.
2. **Фиргер И.В.** Термическая обработка сплавов: справочник / И.В. Фиргер. – Л.: Машиностроение, 1982. – 304 с.

V.I. Astashchenko, A.I. Shveev, I.M. Rodkin, T.V. Shveeva, A.V. Rodkina

PREPARATION OF THE ALLOYED STEEL FOR COLD PLASTIC DEFORMATION OF DETAILS OF THE CAR

Kama State Academy of Engineering and Economics

Possibility of manufacturing by a method of cold plastic deformation of details of the car from alloyed staly is shown. The mode of thermal processing of steel preparations under cold volume punching and expression is offered. Cyclic firmness of the details made by these methods, raises in three and more times.

Key words: thermal processing, steel, deformation, structure, hardness.