

# ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 621.792

А. П. Ракомсин, М. И. Сидоренко, И. П. Филонов,  
Л. А. Исаевич, В. А. Король, Л. М. Кожуро

## 1.1. СОЗДАНИЕ НОВЫХ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ, ОБОРУДОВАНИЯ И ВНЕДРЕНИЕ ИХ В ПРОИЗВОДСТВО КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ СЕМЕЙСТВА МАЗ

*Государственное предприятие «МАЗ»*

*Белорусская государственная политехническая академия*

*Белорусский государственный аграрный технический университет*

*Минск, Беларусь*

Настоящая работа посвящена повышению конкурентной способности автомобилей семейства МАЗ технологическими методами. Предлагаемые новые наукоемкие технологии позволяют повысить долговечность деталей и узлов, улучшить комфортабельность автомобилей, снизить себестоимость их изготовления и привести их в соответствие с требованием международных стандартов. Если уровень конструкторских разработок может сравнительно быстро повышаться за счет модернизации имеющихся аналогов, то технологическая подготовка производства высокого уровня зависит от создания новых, эффективных технологических процессов, оборудования и оснастки на всех стадиях изготовления деталей и узлов.

Предлагаемое направление повышения конкурентоспособности автомобилей семейства МАЗ технологическими методами основано на решении трех взаимосвязанных проблем:

- совершенствование технологии и оборудования заготовительного производства;
- улучшение параметров качества рабочих поверхностей и восстановление деталей машин;
- компьютерное обеспечение поисков вариантов снижения энергопотребления, себестоимости и трудозатрат процессов изготовления деталей машин.

Такой подход к решению проблемы повышения конкурентоспособности машин соответствует новым признакам наукоемких технологий и обеспечивает существенное улучшение технических и экономических показателей процессов изготовления деталей и узлов машин. Наряду с этими технологическими решениями проведена работа по техническому и кадровому обеспечению. Изготовлено, апробировано и внедрено соответствующее оборудование, инструмент и технологическая оснастка.

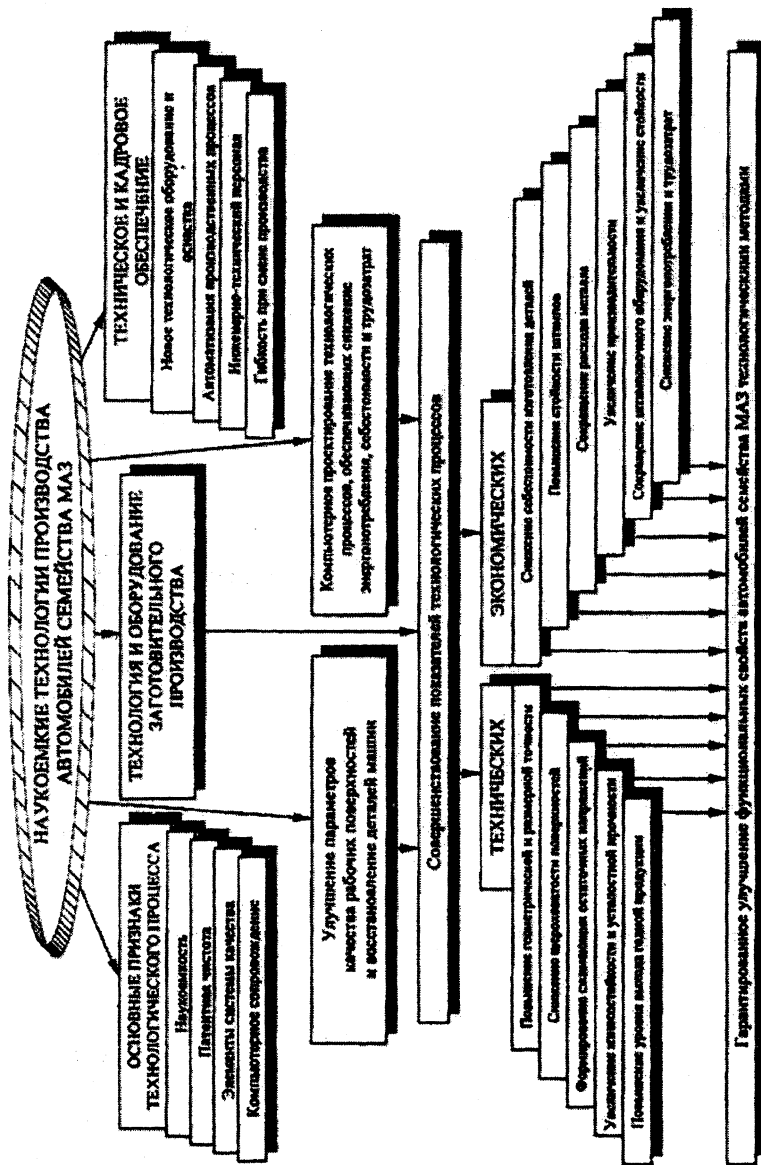


Рис. 1. Структура наукоемких технологий, обеспечивающих конкурентоспособность автомобилей семейства МАЗ.

Подготовлен инженерно-технический персонал. Научная новизна подкреплена кандидатскими диссертациями, выполненными сотрудниками МАЗа по данной тематике. Структура наукоемких технологий, обеспечивающих конкурентоспособность автомобилей семейства МАЗ, представлена на рис. 1.

Поскольку Минский автомобильный завод работает исключительно на импортном сырье и полуфабрикатах, то первостепенной задачей становится экономия материальных ресурсов, в частности металла. Это может быть осуществлено за счет сокращения потребления традиционных сортов проката черных и цветных металлов путем внедрения непосредственно на заводе деталипрокатного производства, позволяющего в условиях периодической прокатки максимально приблизить размеры и форму заготовки к размерам и форме готовой детали. Применение, например, периодических профилей позволяет сократить расход металла на 15... 40 % при одновременном увеличении производительности операций штамповки и обработки резанием в 1,5...2,0 раза. Практически все автомобильные заводы США, Англии, ФРГ, Франции, Японии, использующие рессорную подвеску, в промышленных масштабах производят и применяют периодические профили для изготовления малолитровых рессор. Масса обычной многолистовой рессорной подвески составляет до 6... 12 % общей массы автомобиля, а стоимость металла при изготовлении рессор может достигать 60 % окончательной их стоимости. При этом срок службы рессор в несколько раз меньше, чем у двигателя, определяющего срок службы автомобиля в целом.

Не менее эффективно использование периодических профилей при штамповке такой металлоемкой поковки, как балка передней оси автомобиля. Так, по данным ГАЗ, экономия металла здесь достигает 13,6 %. При этом существенно повышается стойкость молотовых штампов за счет меньшего количества ударов на формующей операции.

В случае использования заготовок для процессов холодного выдавливания, а также безоблойной штамповки в закрытых штампах требуется высокая геометрическая точность. Традиционные высокопроизводительные процессы разделения прутковых материалов в штампах не позволяют получать заготовки требуемого качества, в связи с чем усложняется процесс последующего их пластического деформирования и увеличиваются потери металла в отход. Это приводит к необходимости разработки более эффективных способов получения цилиндрических заготовок.

Разработанные на кафедре «Машины и технология обработки металлов давлением» Белорусской государственной политехнической академии технологии и оборудование позволили решить ряд проблем в заготовительном производстве ПО «БелавтоМАЗ» (рис. 2). Так, предложенный способ периодической прокатки полос переменной толщины для малолитровых рессор выгодно отличается по производительности и экономичности от наиболее распространенного в мире способа фирмы «Даниэль Хойзер» (ФРГ), которым пользуются самые известные производители рессор, такие как «Krupp Faderfabrik» (ФРГ), «Ovako Stell» (Финляндия), «Мицубиси» (Япония), «Eaton Corporation» (США).

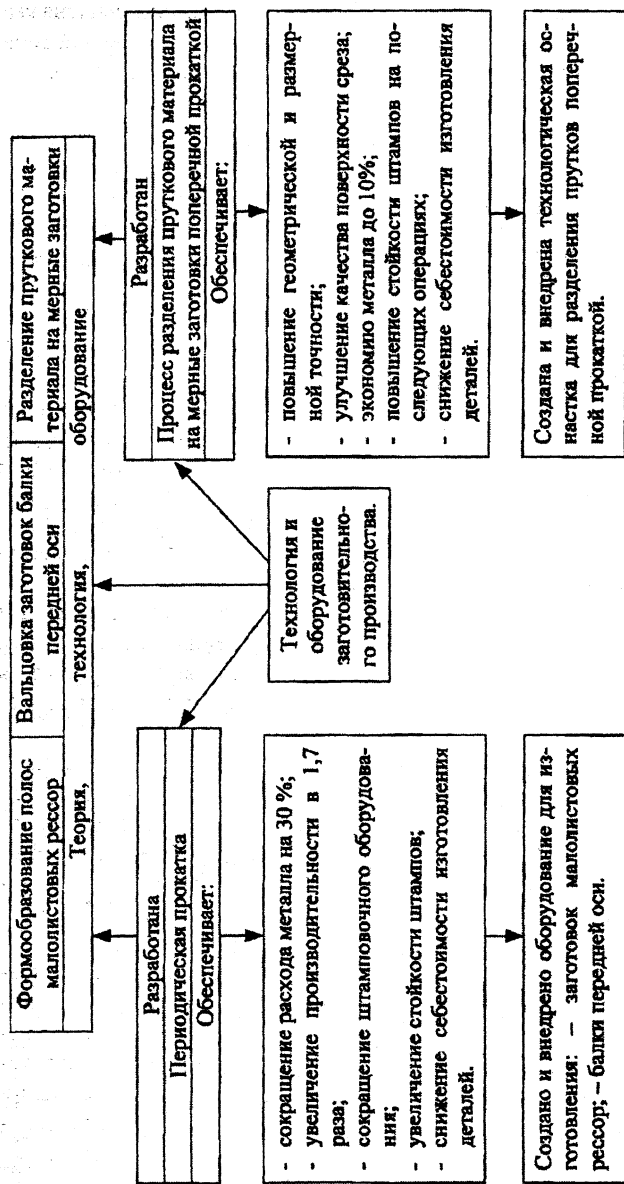


Рис. 2. Структурная схема разработанных технологий и оборудования в заготовительном производстве

Вместо обжатия в приводных валках каждого конца заготовки поочередно за несколько проходов при двукратном ее нагреве по известному способу в предложенном варианте прокатку осуществляют на профилированной оправке в неприводных валках сразу всей заготовки с одного ее нагрева. Разработанные по этому способу технология и оборудование для ее реализации внедрены в 1992 году на Минском рессорном заводе с общим суммарным экономическим эффектом 55 492 677 тыс. руб. В 1994 году по данной разработке с фирмой «Eaton Corporation» (США, г. Детройт) подписано лицензионное соглашение о передаче прав на использование на ее предприятиях предложенного способа производства профилированных заготовок малолитровых рессор, что является первым случаем в отечественном автомобилестроении. В соответствии с данным соглашением названная фирма обязалась выплатить одноразовую подписную цену за передачу ей прав в размере 100 тыс. долларов США и после освоения ею новой технологии выплачивать ежегодно до 2008 года роялти в зависимости от объема выпускаемой продукции. За период с 1995 по 1999 год в Республику Беларусь переведено 324 945 долларов США.

Технология горячей вальцовки заготовки балки передней оси заключается в обжатии серединной ее части на определенную длину секторными валками полуфабриката круглого сечения на квадрат с меньшим поперечным сечением. Это приближает заготовку к самой поковке, обеспечивает экономию металла до 22 % и уменьшает количество ударов молота в 1,5 раза, что во столько же раз повышает стойкость штамповой оснастки. Созданный для реализации данной технологии стан и сама технология внедрены в 1997 году на Кузнечном заводе тяжелых штамповок (г. Жодино). Суммарный экономический эффект от внедрения за три года составил 16 279 450 тыс. руб.

Для получения точных по размерам и форме заготовок из пруткового материала предложены принципиально новые способы, которые основаны на формировании поперечной прокаткой в прутке концентратора напряжений и последующем расклинивании прутка в зоне сформировавшегося концентратора клиновидными ребордами. Это позволяет получать заготовки с плоскими перпендикулярными торцами и обеспечивает экономию металла до 10%. Данная технология внедрена в 1997 году на Минском автозаводе с суммарным экономическим эффектом 10 700 248 тыс. руб.

Перечисленные выше направления решения проблем в заготовительном производстве в основном касаются снижения себестоимости выпускаемых автомобилей. Не менее важным является увеличение ресурса работы тяжело нагруженных деталей, что в целом повышает долговечность автомобиля. Достичь этого можно не только применяя высокопрочные и дорогие конструкционные материалы, но и за счет упрочняющей обработки традиционных, более дешевых марок сталей путем холодной поверхностной пластической деформации, электромагнитной наплавки порошковых материалов, совмещенной с поверхностным пластическим деформированием, объемной деформации. Такие технологии позволяют формировать в поверхностных слоях деталей прогнозируемый уровень остаточных сжимающих напряжений, положительно влияющих на усталостную прочность.

Разработанный на кафедре «Технология металлов» Белорусского государственного аграрного технического университета совместно с ГП «МАЗ» комбинированный метод электромагнитной наплавки с поверхностным пластическим деформированием позволил увеличить в 1,3... 1,4 раза ресурс деталей типа тел вращения, работающих в условиях высоких нагрузок и интенсивного абразивного изнашивания. Такой результат получен за счет того, что новый метод упрочнения деталей сочетает нанесение, термообработку и упрочняющее деформирование покрытия, сокращая приработку поверхности за счет формирования структуры поверхностного слоя. Эксплуатационные характеристики комбинированного метода определяются электромагнитными и деформационными воздействиями на упрочняемую поверхность (рис. 3). Электромагнитная наплавка с ППД, к достоинствам которой следует отнести высокую прочность соединения наплавляемого покрытия с основой, повышенную износостойкость и минимальное тепловыделение, исключаящее термическое деформирование обрабатываемых деталей, эффективна при упрочнении поверхностей трения и посадочных поверхностей под подшипники и зубчатые колеса. Годовой экономический эффект от внедрения электромагнитной наплавки с ППД составил в 1999 г. 3500000 тыс.руб.

С учетом того, что валы, пальцы, оси лимитируют ресурс узлов автомобилей и составляют основную часть деталей, увеличение их износостойкости и усталостной прочности имеет большое значение для повышения их конкурентоспособности. Решению этих проблем посвящена работа ИТ «МАЗ». Так, за последние три года внедрена гамма высокопроизводительного инструмента для обработки деталей поверхностной пластической и объемной деформацией. Особое место занимают комбинированные инструменты, позволяющие одновременно обрабатывать несколько поверхностей деталей и обеспечивающие повышение качества обработки, а также расширение технологических возможностей. На ряде деталей внедрен технологический процесс радиальной штамповки шлицев на валах, продольной накатки прямобочных шлицев. Экономический эффект от внедрения технологии за 1997–1999 гг. составил 6679329,5 тыс.руб.

В условиях сложившейся экономической ситуации в Республике Беларусь представляется целесообразным поиск путей и методов совершенствования технологических процессов с точки зрения оптимизации их основных технико-экономических показателей (себестоимости, энергопотребления и трудоемкости). Разработанный кафедрой «Технология машиностроения» Белорусской государственной политехнической академии компьютерный метод проектирования технологических процессов позволяет автоматизировать процесс и обеспечить поиск оптимальных решений. В основу проектирования технологических процессов, изготовления деталей машин положен кибернетический подход. Темпы развития программного обеспечения и аппаратных средств в последние пятьдесят лет указывают на то, что такие технологии могут быть реализованы уже в ближайшем будущем.

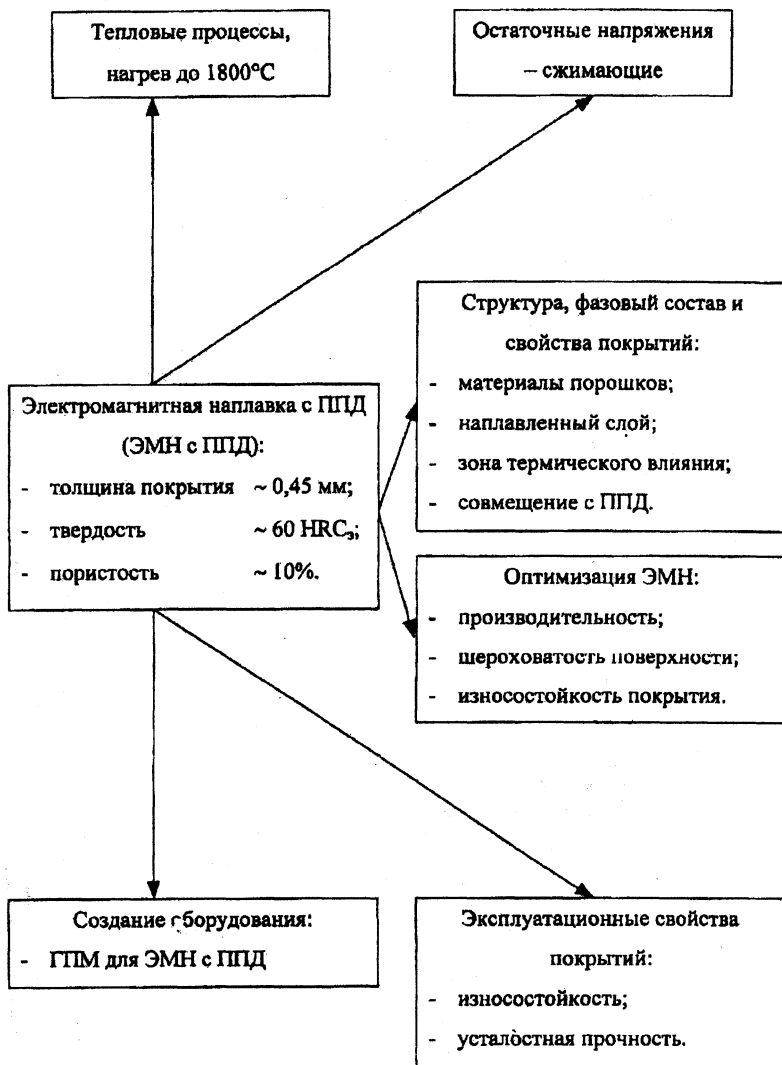


Рис. 3. Структура метода электромагнитной наплавки с ППД.

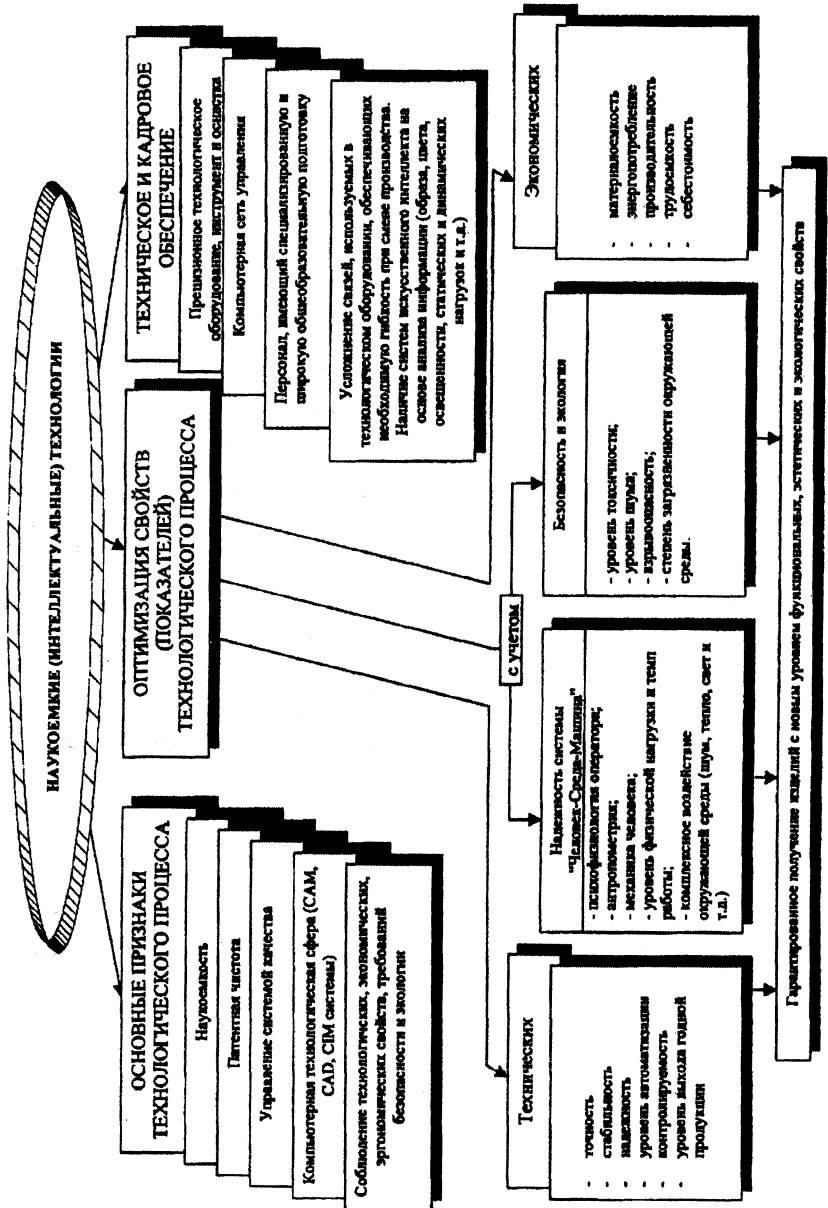


Рис. 4. Структура наукоемких технологий.



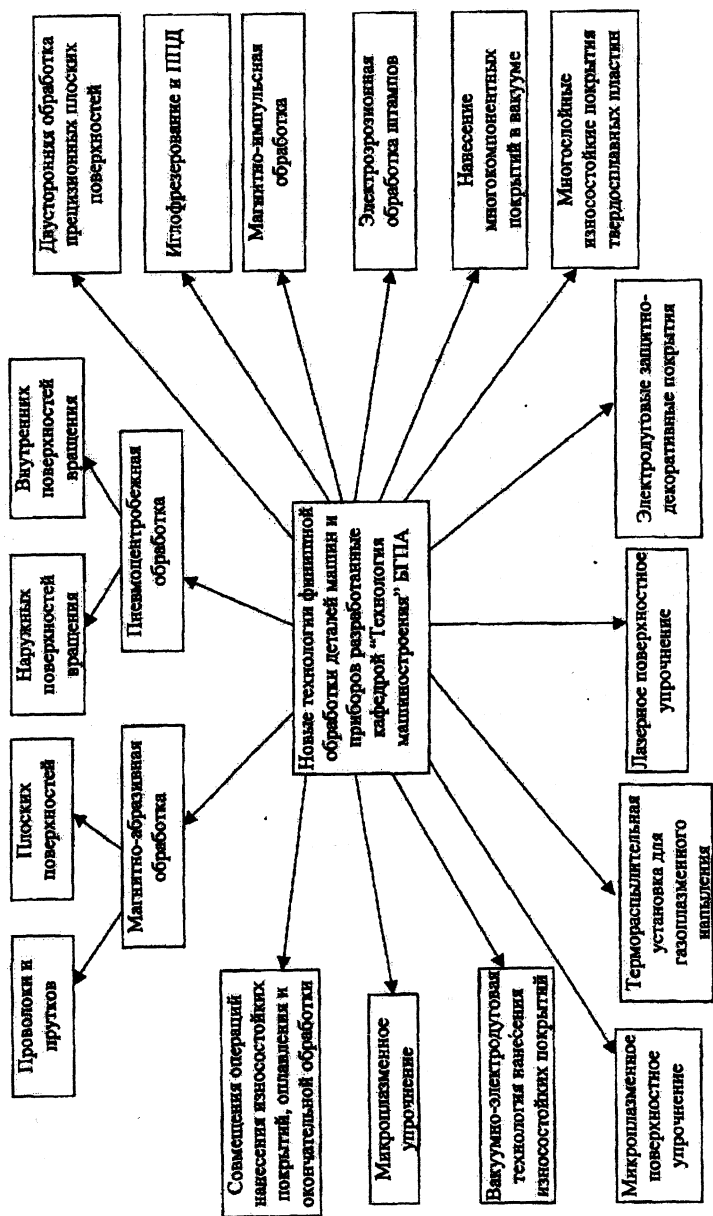


Рис. 5. Структура предлагаемых новых технологий.

Оптимизацию технологических процессов (ТП) следует проводить не только с учетом технических и экономических критериев, но и параметров системы «человек–среда–машина», а также проблем сохранения окружающей среды. Структура наукоемких (высоких, интеллектуальных) технологий представлена на рис. 4.

Алгоритм проектирования ТП предусматривает формирование требуемой информации в определенной последовательности с автоматическим поиском и выбором необходимых показателей, обеспечивающих установление требуемого уровня снижения энергопотребления, себестоимости, трудозатрат на основе новых физических явлений и способов, которых нет в справочной литературе. Подобные новые технические решения обычно являются результатом научно-исследовательской работы коллективов. На рис. 5 приведены результаты работы кафедры «Технология машиностроения» БГПА в области совершенствования финишных процессов обработки деталей машин за последние 10 лет.

Предлагаемая разработка позволила создать алгоритм и электронный вариант формирования наукоемких технологий, привязанный к условиям производства автомобилей семейства МАЗ (рис. 1). Программный продукт представлен на CD-ROM, 70 МБ дискового пространства с использованием интерактивной графики и интерфейса для трех уровней пользователей.

Так, третий уровень предназначен для инженера-программиста, которому предоставляется доступ к файлам. Он может их пополнять дополнительной информацией, имеющейся только в его распоряжении. Таким образом, инженер-программист совершенствует программный продукт и становится его соавтором. Это дает возможность непрерывного улучшения программного обеспечения путем пополнения (расширения) базы данных о новых физических явлениях, способах обработки и т.п., которые могут быть положены в основу наукоемких технологий в конкретной отрасли.

Таким образом, данной работой внесен значительный вклад в создание наукоемких технологий и оборудования, обеспечивающих повышение конкурентной способности автомобилей семейства МАЗ.