

**УДК 621.9.025.523**

**ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ СТАНКОВ С ЧПУ  
В УСЛОВИЯХ ООО «ТЭС», г. ПРОКОПЬЕВСК**

Неверов Д.А. , магистрант гр. МСм–171, II курс  
инженер-технолог II кат., ООО «ТЭС», г. Прокопьевск

Коротков В.А., к.т.н., доц. «МСИИ»

Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

**Введение.** Анализ номенклатуры оборудования с ЧПУ на машиностроительных предприятиях России показывает, что имеется значительное число таких станков, произведенных в нашей стране в восьмидесятые годы 20-го века. Они устаревают морально и изнашиваются физически, что требует приобретение нового оборудования или глубокой модернизации имеющегося. Первый вариант является предпочтительным с точки зрения производительности и функциональных возможностей оборудования, но весьма затратен финансово. Вариант глубокой модернизации имеющегося станочного оборудования осуществляется отечественными специалистами и на отечественных предприятиях, поэтому на порядок дешевле приобретения новых станков. При этом, эксплуатационные показатели модернизированного оборудования по основным параметрам вполне сопоставимы с новым оборудованием. Это особенно актуально в связи с тем, что порядка 80% новых станков, закупаемых в России – зарубежного производства и их стоимость сама по себе достаточно высока и, кроме того, привязана к курсу иностранных валют. В связи с этим, в Российской Федерации существует устойчивый спрос на модернизацию станков с ЧПУ и имеется значительное число фирм, осуществляющих данные услуги с различной степенью глубины модернизации и вариантами используемых комплектующих. В представленной работе рассмотрена модернизация станка модели 16K20Ф3 в условиях ООО «ТЭС», г. Прокопьевск.

**Анализ разновидностей ЧПУ.** Среди имеющегося на отечественных предприятиях оборудования можно условно выделить четыре поколения станков с ЧПУ:

- **Первое поколение** представлено архаичными системами ЧПУ, которые внедрялись в производство в 70-е годы. Это практически полностью отечественные системы, с некоторым количеством комплектующих из стран восточной Европы. Оборудование – весьма громоздкое, с большим количеством электрошкафов, использующее в качестве носителя информации перфокарты или магнитные ленты. Количество регулируемых ЧПУ координат, объем памяти и скорость быстрого действия – минимальны.

- **Второе поколение** систем с ЧПУ внедрялось в производство в середине 80-х и в 90-е годы 20 в. Главное их отличие состоит в наличии корзины с полным комплектом плат, которые соединяются с приводами и со станком. В

данном случае, промышленный компьютер может находиться, как в корзине, так и стоять отдельно. Еще одной отличительной особенностью систем с ЧПУ 2-го поколения является наличие клавиатуры, на которой располагается большое количество функциональных кнопок (Рис. 1). Данные системы имеют следующие недостатки:

1. Большое количество разъемных соединений, что отрицательно сказывалось на эффективности работы всей системы;
2. Наличие большой габаритной системы, не позволяющей, достаточно эффективно встраиваться в конструкцию станка;
3. Сложность при техническом обслуживании из-за отсутствия доступа к печатным платам;
4. Сложность эксплуатации из-за отсутствия стандартизации при установлении интерфейса функциональных зон, нерациональность расположения рабочих клавиш, индивидуальность исполнения.
5. Системы с ЧПУ второго поколения достаточно универсальны, но требуют большой трудоемкости для отладки.

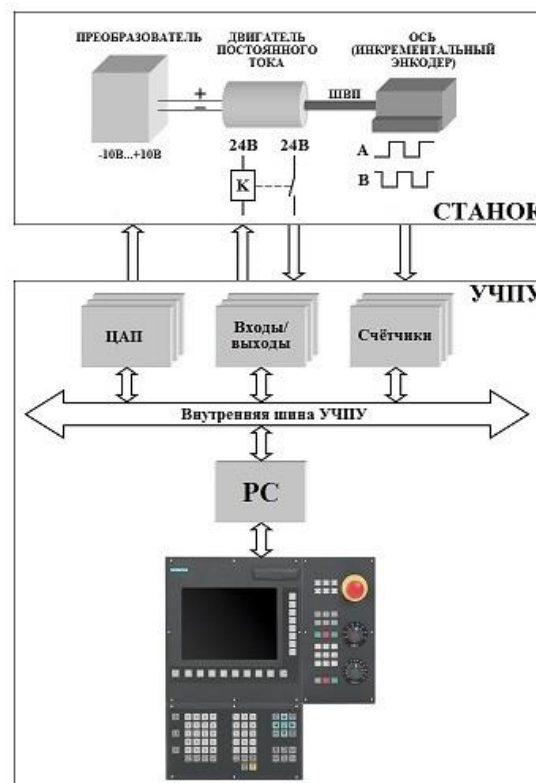


Рис.2. ЧПУ второго поколения (структурная схема)

Процесс развития систем с ЧПУ шел по пути совершенствования электронной начинки.

- **Третье поколение** систем ЧПУ появилось в результате совершенствование работы частотных преобразователей и замены приводов постоянного тока на регулируемые переменного тока, а также появления сенсорных экранов (Рис. 2). Эти станки можно назвать «безкорпусными». Небольшой ком-

пьютер находится в пульте оператора, контроллеры исполнения монтируются в непосредственной близости от исполнительного механизма.

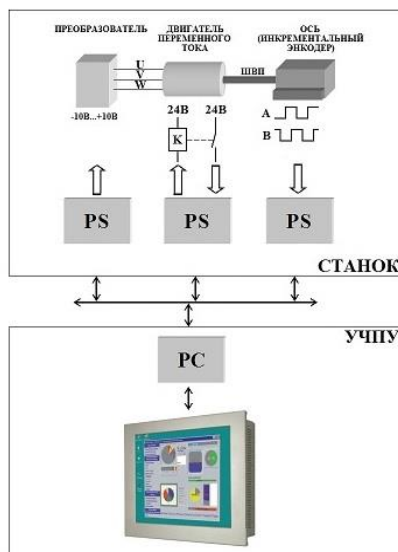


Рис. 3. ЧПУ третьего поколения (структурная схема).

Системы 3-го поколения полностью решали проблемы присущие 2-му поколению систем с ЧПУ, в т.ч. с удобством настройки и эксплуатации, объемом внутренней памяти, быстродействием процессоров и жесткостью электроприводов, применение современных съемных носителей информации.

- **Четвертое поколение** систем с ЧПУ обеспечивает полноценный процессорный подход, для всех стадий технологического процесса, включая стадии от подготовки и наладки до профилактики и ремонта (рис. 4).

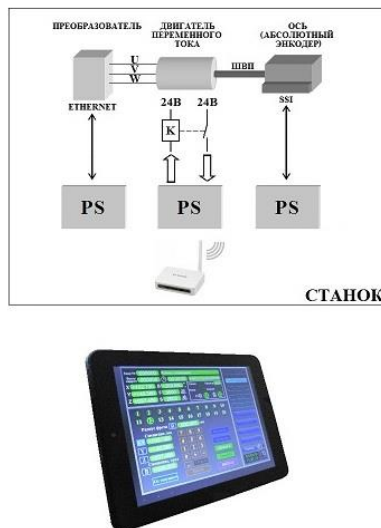


Рис. 4. ЧПУ четвертого поколения (структурная схема)

Данное поколение ЧПУ обеспечивает выстраивание из отдельных станков гибких переналаживаемых производственных линий с единым управлением. Следует также отметить достоинства систем безопасности ЧПУ четвертого поколения. Оператору программно ограничен доступ к функциям станка,

к которым он по своим трудовым обязанностям не имеет прямого отношения. Такая функция существенно упрощает требования к квалификации оператора, значительно уменьшает вероятность операционных ошибок и целиком исключает вероятность несанкционированного вмешательства. Дополнительно к этому, станки могут оборудоваться датчиками глобальных навигационных систем, которые блокируют работу станка при его несанкционированном перемещении даже по территории предприятия (цеха), без присутствия авторизованных представителей завода-изготовителя.

### **Особенности модернизации станков с ЧПУ.**

Модернизируя системы управления станка, часто полностью меняют систему ЧПУ на более функциональную и современную. Совместно с этим, оборудование оснащают серводвигателями, приводами, электро-автоматикой (реле, активаторы), которые в усовершенствованных станках занимают не так много пространства.

Также модернизация системы станков числового управления совмещается с изменением монтажных схем, что помогает перестроить его на современные правила электрической безопасности. Также зачастую обеспечивают соединения между ЧПУ станка и главным сервером, на котором производится основное написание программ для каждого отдельного, в том числе и измененного оборудования. Это дает возможность облегчить процесс создания программ, собрать их в едином месте, и обеспечить быструю передачу полученного программного указания на требуемый станок. Также изменение помогает с нужной периодичностью выполнять проверку ЧПУ, что снимает долю нагрузки с оператора, ремонтного штата и работников. Постоянная диагностика помогает определить неисправности, вызванные технической частью и программами.

На усовершенствованные станки обычно монтируются бесщеточные электродвигатели переменного тока. Они характеризуются оптимальными параметрами мощности и габаритов, при этом, почти не нуждаются в постоянном обслуживании. Отдельным числовым системам для повышения работоспособности и качества ставят серводвигатели и приводы. Сообщение между этими элементами обычно выполняется посредством серийных или оптоволоконных коммуникационных систем. Дополнительно могут изменяться пульта управления оператора и блоки управления.

Одним из самых распространенных видов модернизации станков с ЧПУ является замена устаревшей электронной начинки на современную. Это самый простой экономичный способ сохранения работоспособности оборудования. Явным преимуществом минимальной модернизации систем за счет совершенствования устройства ЧПУ можно считать сроки их проведения, не более 2-х дней понадобится для совершенствования станка, минимум простоя важное условие производственного процесса. Невысокая стоимость еще одно преимущество данной модернизации.

При модернизации электронной составляющей оборудования учитывают: нагрузку оборудования, трудозатраты и ассортимент производимых деталей, квалификацию работников, специфику производства.

Экономическая эффективность при модернизации станков очень ощутима, если сравнивать системы ЧПУ 1-го и 4-го поколений, энергетическая экономия может составить от 20 - 40 %, при этом капиталовложения окупаются в течение примерно двух лет. Утилизация демонтируемых элементов оборудования может частично возместить затраты на модернизацию.

Дополнительным источником экономии при модернизации можно считать получение дополнительной производственной площади при освобождении от громоздкой системы ЧПУ старого образца. Это наиболее актуально, если предприятие арендует производственные помещения.

Еще одним видом модернизации является замена датчиков обеспечивающих обратную связь. Данный вид модернизации считается самым дорогостоящим и трудозатратным, и выгода после модернизации не всегда является принципиальной, и влечёт за собой трудности при обслуживании данного станка. Поэтому главным преимуществом данной модернизации можно считать исключение из схем станка сложных в обслуживании блоков.

Дополнительная модернизация оборудования путем замены привода разрешает значительно увеличить качество технологического процесса, что является результатом нормализации скорости вращения привода и получение возможности управлять крутящим моментом, разгоном и торможением.

**Анализ вариантов модернизации станка 16K20Ф3.** Токарный станок с ЧПУ 16K20Ф3 оснащен устаревшей системой ЧПУ «Электроника НЦ31» с приводами «Размер 2М-5-21». К настоящему времени такая система ЧПУ и привод (пр-во Болгарии) давно сняты с производства, поиск комплектующих для них – проблематичен. Кроме того, данная система имеет ограниченные возможности по сравнению с современными ЧПУ, а также низкую надежность, моральный и физический износ.

Ориентировочная стоимость модернизации станка 16K20Ф3 в различных вариантах представлена в табл.1.

Таблица 1. Варианты модернизации станка модели 16K20Ф3

Модель УЧПУ	Привода	Цена, тыс. руб.
NC-201M «Балт-Систем» (Россия)	Parvex, НМ-НА	550-600
NC-210 «Балт-Систем» (Россия)	ВЭМЗ-КЕВ (Россия-Германия)	850-950
NC-210 «Балт-Систем» (Россия)	OMRON (Япония)	960-1060
NC-210 «Балт-Систем» (Россия)	Размер (Россия) КЕМТОК/КЕМРОС (Болгария)	730-830

802C Siemens	Размер (Россия) КЕМТОК/КЕМРОС (Болгария)	830-930
802C Siemens	ВЭМЗ-КЕВ (Россия-Германия)	990-1090
802D (802C) Siemens	Simodrive 611 Siemens	1390-1520

**Результаты и выводы.** Исходя из проведенного сравнительного анализа, для модернизации станка 16K20Ф3 в условиях ООО «ТЭС» (г. Прокопьевск) была выбрана система ЧПУ NC-201.

Главный привод станка был заменен на реверсивный комплектный электропривод PARVEX, преобразователь 690C-011-4-BS с асинхронным двигателем МА-100 P-FB.

Для привода подачи продольного перемещения (ось Z) использован электродвигатель НМ-13-17.0-020-Z. Электродвигатель НМ представляет собой синхронный вентильный электродвигатель переменного тока с возбуждением от постоянных магнитов, расположенных на роторе. В качестве силового преобразователя выбран реверсивный комплектный преобразователь серии НА, НА-75. Электропривод серий НА-НМ представляет собой регулируемые (следящие) однокоординатные реверсивные электроприводы переменного тока. Данный электропривод применяется для быстродействующих механизмов подачи металлообрабатывающих станков, в том числе с числовым программным управлением, для исполнительных механизмов промышленных роботов, и для других механизмов следящих систем, которые требуют точных перемещений и регулирования скорости вращения в широком диапазоне.

Также была произведена замена измерительной системы обратной связи на фотоимпульсных датчиках ВЕ-178, на круговые датчики типа ЛИР-158А для улучшения контроля линейного перемещения ходового винта исполнительного механизма.

В результате, станок по основным эксплуатационным показателям (за исключением максимальной частоты вращения шпинделя) вышел на уровень станков с ЧПУ 3-го поколения. Проведение модернизации станка 16K20Ф3 позволило уменьшить время его простоя за счет резкого снижения числа внеплановых ремонтов, а также позволило снизить эксплуатационные расходы за счёт снижения потребления электроэнергии. Увеличение надёжности станка и объёма выпускаемой на нем продукции окупило стоимость его модернизации примерно за 2,5 года.

### Список литературы

1. Зимин Е.Н. Автоматическое управление электроприводами/Е.Н. Зимин, В.И. Яковлев. – М.: Высш. шк., 1979.
2. Безопасность жизнедеятельности. Технические расчеты параметров электробезопасности: учеб. пособие по выполнению раздела ВКР / В. В. Гоман ;. – Нижний Тагил: НТИ (ф) УГТУ-УПИ, 2009 – 108 с.

3. [http://www.rstanok.ru/articles/article\\_111.php](http://www.rstanok.ru/articles/article_111.php).
4. <http://www.stankozavod.biz/instruments/modtok.php>.
5. <http://www.uralsyst.ru/product/16a20f3>.
6. <http://jnc-cnc.com/16a20-sinumerik802d.html>.
7. <http://www.bsystem.ru/complex/04.php>
8. <http://www.schneider-electric.ru/sites/russia/ru/home.page>.