

УДК 658.58; 658.523

Н. С. Масляков, аспирант, **В. В. Камчаткин**, к.т.н., компания «Солвер»
Научный руководитель: **М. С. Островский**, д.т.н., проф., Московский
государственный горный университет

E-mail: kaftmr@msmu.ru

Требования к станочному оборудованию ремонтного производства

Проанализировано влияние трудоёмкости технологической подготовки и обработки деталей для различных видов станочного оборудования на область их эффективного применения. Рассмотрен вопрос выбора оптимального вида станочного оборудования для производства заданного объёма запасных частей в ремонтном производстве.

Ключевые слова: интерактивная компьютерная система управления, универсальное станочное оборудование, ремонтное производство, трудоёмкость технической подготовки, области применения видов станочного оборудования.

N. S. Maslyakov, V. V. Kamchatkin

Requirements to the Machine Tools in the Repair Manufacture

The author analyses influence of planning and machining time for various types of machine tools on ranges of their effective using. In the papers the author considers question of a choice of an optimal type of machine tools for the manufacturing of the pre-set volume of spare parts in repair manufacture.

Keywords: Interactive computer control system, repair manufacture, versatile machine tools, planning time, ranges of effective using of types of machine tools.

На сегодняшний день одной из главных задач руководства не только горнодобывающих, но и других предприятий эксплуатирующих сложные наукоёмкие машины и оборудование – это сокращение затрат, связанных с их эксплуатацией. Ключевым моментом, определяющим эффективность эксплуатации машин и оборудования, является качество и своевременность проведения ремонтных работ, что напрямую зависит от многих факторов, важнейшим из которых является возможность производства запасных частей силами ремонтно-механических заводов или дочерних ремонтных организаций для организации процесса самообеспечения.

Сдерживающим фактором увеличения объёмов производства запасных частей является состав и состояние станочного парка оборудования механосборочных цехов ремонтных предприятий. Оно представлено в основном универсальным станочным оборудованием, не

только физически, но и морально изношенным. Для эффективного использования данного станочного оборудования необходимо не только его модернизация, а порой и замена на более совершенное современное оборудование, но и его высококвалифицированное обслуживание. В условиях дефицита квалифицированных специалистов и низкой надёжности станочного оборудования, производство деталей (запасных частей) выполняется отнюдь не эффективно. Тратится много драгоценного времени на монотонную работу, что приводит к снижению объёмов и номенклатуры производимых запасных частей. Это в свою очередь накладывает отпечаток не только на прибыль ремонтного предприятия, но и на потери горнодобывающих предприятий эксплуатирующих машины и оборудование (простой оборудования в ожидании запасных частей, и как следствие потеря производительности).

Для решения такого рода проблем необходимы комплексные действия, одной из составляющих которых является выбор оптимального вида станочного оборудования в зависимости от объёма, качества, сроков производства той или иной запасной части и квалификации станочного персонала. На сегодняшний день, для решения схожих задач в условиях единичного и мелкосерийного производства российской компанией ООО «Техстанко-21» разработана интерактивная компьютерная система управления (ИКСУ) универсальными станками «ПроЭмулятор».



Рис. 1. Универсальный токарный станок, оснащённый интерактивной компьютерной системой управления (ИКСУ)

Критериями выбора того или иного вида оборудования в условиях производства малых по объёму партий деталей широкой номенклатуры является трудоёмкость и себестоимость изготовления запасных частей. Так

как критерий себестоимости напрямую связан с трудоёмкостью изготовления, рассмотрим, из чего складывается трудоёмкость изготовления деталей на различных видах станочного оборудования. Структура и трудоёмкость для изготовления деталей на универсальных станках «без» и «с» интерактивной компьютерной системы управления (ИКСУ) подробно рассмотрена в статье «Преимущества универсальных станков, оснащенных компьютерной системой управления», а для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) на рис. 2.



На рис. 2 приняты следующие обозначения: Тшт.к. – штучно-калькуляционное время; Тшт. – штучное время; Тц.а. – время цикла автоматической работы станка по программе; То.а. – основное время автоматической работы станка по программе; Тм.в. – машинное вспомогательное время; Тв. – ручное вспомогательное время; Тв.уст. – вспомогательное время на установку и снятие детали; Тв.оп. – вспомогательное время, связанное с выполнением операции; Тв.изм. – вспомогательное время (неперекрываемое) на измерение; Тоб.р.м. – время обслуживания рабочего места; Тоб.тех. – время на техническое обслуживание; Тоб.орг. – время на организационное обслуживание; Тотд.л.н. – время на отдых и личные надобности рабочего; Тп.з. – подготовительно-заключительное время; Тп.з.1 – время на наладку и настройку станка; Тп.з.1-1 – время получения наряда, технологической документации, программного носителя, инструмента, приспособления, заготовки до начала и их сдачу после обработки партии детали; Тп.з.1-2 – время ознакомления с работой; Тп.з.1-3 – время на инструктаж мастера; Тп.з.2 – время на наладку станка, приспособления, инструмента и

программных устройств; Тп.з.2-1 – установка и снятие крепёжного приспособления; Тп.з.2-2 – время снятия блока или отдельных режущих инструментов; Тп.з.2-3 – время установки исходных режимов работы станка; Тп.з.2-4 – время установки программного носителя и в считывающее устройство и снятие его; Тп.з.2-5 – время настройки нулевого положения инструмента или заготовки; Тп.з.пр.обр. – время на пробную обработку детали; Тп.з.пр.обр.1 – время на обработку детали по программе; Тп.з.пр.обр.2 – вспомогательное время на выполнение дополнительных приёмов (измерение детали, вычисление и ввод коррекции в систему ЧПУ); Тп.з.пр.обр.3 – вспомогательное время на приёмы управления станком.

При выборе оптимального вида станочного оборудования, используемого для изготовления заданного объёма деталей (запасных частей) необходимо помимо трудоёмкости изготовления деталей, рассматривать ещё и трудоёмкость технологической подготовки для выполнения требуемой операции на станке. Например, обработка детали на станках с ЧПУ невозможна без написания управляющей программы (УП), а на универсальных станках с ИКСУ без создания файла-задания. В связи с этим рассмотрим состав комплекта технической документации (ТД) необходимой для обработки детали на различных видах металлорежущих станков, подготовленных при помощи автоматизированных систем технологической подготовки производства (АСТПП) и необходимых действий технолога для их подготовки. Результаты приведены в табл. 1.

Выбор того или иного вида станочного оборудования будет зависеть не только от трудоёмкости подготовки комплекта ТД и обработки детали, но и объёма партии обрабатываемых деталей. Для чёткого представления и понимания данного процесса рассмотрим пример обработки типовой детали.

Поставим начальные условия задачи.

1. Выполняется обработка типовой детали из одинаковых заготовок, с использованием одинаковых приспособлений, инструментов и режимов резания, операции обработки содержат одинаковые переходы;
2. Обработка деталей ведётся на универсальных станках с РУ, ИКСУ и на станках с ЧПУ со схожими техническими характеристиками;
3. Детали обрабатываются рабочим (операторами) 2-3 разряда, при этом необходимо подготовить комплект ТД (см. табл. 1.).

Таблица 1

**Состав комплекта ТД для выполнения операции на станке
и действия технолога для его разработки**

Название классификации	Виды станочного оборудования		
	Универсальный станок с ручным управлением	Универсальный станок с ИКСУ	Станок с ЧПУ
Состав комплекта ТД для выполнения операции	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертёж детали (ЧД) - бумажный вид; 2. Операционная карта (ОК) - бумажный вид; 3. Карта эскизов (КЭ) – бумажный вид. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Файл-задание (ФЗ*) (чертёж и электронный шаблон детали, состав комплекта инструментов, информация о установке детали в приспособлении) электронный вид; 2. Программа-наставник (ПН*) (аналог УП для ЧПУ) – электронный вид. <p>* - не нормированное ЕСТД аббревиатуры.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Карта кодирования информации (ККИ) на процессы и операции – бумажный вид или УП – электронный вид; 2. Ведомость на процессы и операции (ВОП) обработки детали – бумажный вид. 3. Карта наладки инструмента (КН) на процессы и операции обработки детали – бумажный вид.
Состав действий технолога для разработки указанного состава комплектов ТД с использованием АСТПП	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отработка конструкции детали на технологичность; 2. Проработка операционного технологического процесса (создание дерева операции по переходам); 3. Подбор по базам данных (БД) (оборудования, заготовки, инструмента и оснастки); 4. Создание чертежа нового инструмента, заготовки и оснастки (отсутствующих в БД); 5. Расчёт или подбор режимов резания; 6. Формирования форм входящих в ТД; 7. Передача ТД мастеру. 8. Печать и передача ТД на станок. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отработка конструкции детали на технологичность; 2. Подбор заготовки, оборудования, инструмента и приспособления; 3. Создание чертежа (модели) нового инструмента (отсутствующего БД системы); 4. Создание файла-задания по заранее подготовленному чертежу детали; 5. Расчёт или подбор режимов резания и проработка расчётно технологических карт (РТК) для переходов операции; 6. Создания программы-наставника путём эталонной обработки детали с рассчитанными режимами и по алгоритму РТК; 7. Передача задания через Flash-память или локальную сеть либо мастеру, либо на станок. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отработка конструкции детали на технологичность; 2. Проработка операционного технологического процесса (создание дерева операции по переходам); 3. Подбор по базам данных (БД) (оборудования, заготовки, инструмента и оснастки); 4. Создание математической модели или чертежа нового инструмента, заготовки и оснастки (отсутствующих в БД); 5. Создание УП. 6. Расчёт или подбор режимов резания; 7. Отладка УП. 8. Формирования форм входящих в ТД; 9. Передача ТД и УП мастеру. 10. Печать ТД и передача на станок + передача УП в электронном или бумажном виде.

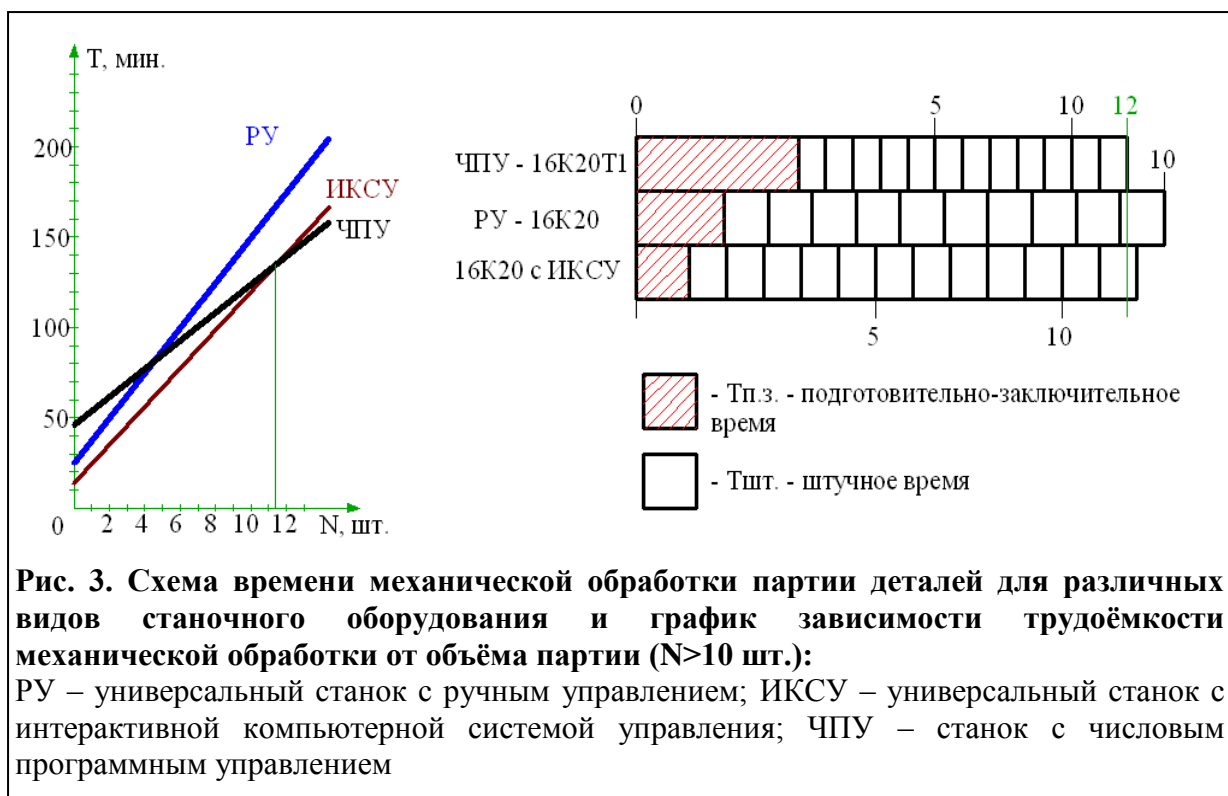
Рассчитаем трудоёмкость подготовки комплекта ТД и обработки одной детали для различных видов станков (универсального станка с ручным управлением, универсального станка с ИКСУ и станка с ЧПУ) по укрупнённым нормативам, рекомендованным для расчёта трудоёмкости в условиях единичного и мелкосерийного производства. Результаты расчётов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты укрупнённого расчёта трудоёмкости цикла изготовления типовой детали на станках 16К20Т1, 16К20, 16К20 и ИКСУ

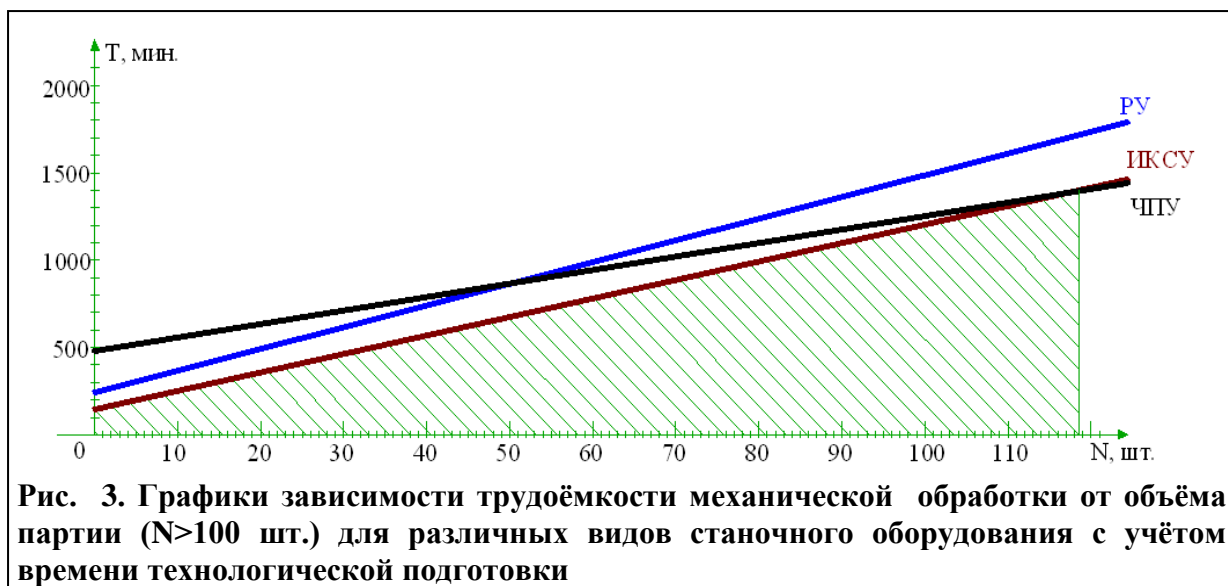
	<p>Деталь: корпус водяного насоса. Материал: серый чугун СЧ18. Точность обработки: 1 – IT7, 2 – IT9 Исходная заготовка: отливка III класса точности (IT17), без корки. Масса: 1,5 кг Припуск на обработку: 1 и 2 – 8 мм Особые условия: базовые поверхности предварительно обработаны. Станки: 16К20Т1, 16К20, 16К20 и ИКСУ. Операции: расточка поверхностей 1 и 2, приспособление специальное.</p>		
	Составляющие времени.	16К20	16К20 с ИКСУ
Механическая обработка детали.			
to./То., мин.	6,05	6,05	6,05
tv./Тв., мин.	6,4	4,5	1,12
tшт./Тшт., мин.	12,45	10,55	7,74
тп.з./Тп.з., мин.	25	15	46,385
тшт.к./Тшт.к., мин.	37,45	22,55	54,125
Технологическая подготовка комплектов ТД.			
ЧД+ОК / ПН / ЧД+ВОП+УП, мин.	138	90	351
КЭ/ФЗ/КН, мин.	78	42	82,8
Итого по ТД	216	132	433,8

По данным табл. 2. построим схему распределения времени, и график зависимости трудоёмкости механической обработки деталей от объёма изготавливаемой партии, без учёта времени технологической подготовки см. рис. 3.



По представленным на рис. 3 схеме и графику видно, что область эффективного применения ИКСУ будет определяться по минимальной площади фигуры, ограниченной снизу – осью X; сверху – графиком функции времени ИКСУ; справа и слева – прямыми, параллельными оси Y и проходящими через точки пересечения графика функции времени ИКСУ с РУ и ЧПУ (точки безразличия). Критериями, определяющими поведение графиков функций, будут Тшт. и Тп.з., значения которых, будут изменяться при рассмотрении других примеров обработки. Изменение величины Тшт. при обработке других деталей будет влиять на угол наклона графиков функций времени, при этом для разных станков он будут изменяться по-разному. Например, при усложнении маршрута механической обработки, Тшт. для станка с ЧПУ угол наклона будет изменяться меньше, чем Тшт. для станков с РУ и ИКСУ. Подготовительно-заключительное время Тп.з. будет также изменяться неравномерно, и влиять на время начала процесса механической обработки.

В ремонтном производстве, когда отказы деталей имеют случайный характер, возникает необходимость определить, использование, какого вида оборудования эффективнее их изготавливать. В таком случае область эффективного применения будет иметь другой вид, за счёт учёта времени технологической подготовки ТД. На рис. 4 приведен график зависимости трудоёмкости механической обработки деталей от объёма партии, с учётом времени технологической подготовки ТД.



Таким образом, для того, чтобы более точно и наглядно выявить область рационального применения ИКСУ в ремонтном производстве, необходимо провести ряд экспериментов и расчётов трудоёмкости изготовления типовых деталей и на основе полученных данных провести имитационное математическое моделирование. Такая модель позволит делать оперативную оценку трудоёмкости изготовления необходимой партии деталей и выявить оптимальный вид применяемого станочного оборудование, исходя из требуемых условий (сроков и качества изготовления).

Список литературы

1. **Морозов И.М., Гусев В.И., Федюшин С.А.** Техническое нормирование операций механической обработки деталей. – Челябинск: ЮУрГУ, 2003, 65 с.
2. **Ближевский Л.А., Коробов М.М., Сергеев А.В.** Справочник по нормированию станочных работ в единичном и мелкосерийном производстве. – М: МАШГИЗ, 1955, 459 с.
3. **Укрупнённые** нормативы времени на разработку технологической документации / Министерство труда Российской Федерации, Москва, 1993 год.
4. **ГОСТ 3.1119-83 ЕСТД.** Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы.
5. **ГОСТ 3.1102-81 ЕСТД.** Стадии разработки и виды документов.