

Министерство высшего образования СССР

ХАРЬКОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра экономики, планирования и организации машиностроительных
предприятий

Аспирант С. У. ОЛЕЙНИК

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ТРУДОЕМКОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК

Харьков — 1954

Министерство высшего образования СССР

ХАРЬКОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра экономики, планирования и организации машиностроительных
предприятий

Аспирант С. У. ОЛЕЙНИК

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ТРУДОЕМКОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК

Харьков—1954

Лектор С. М. ОДЕБНИК

Научный руководитель —
кандидат экономических наук,
доцент Е. Г. Либерман.

Подписано к набору 19/IV 1954 г. Подписано к печати 24/IV 1954 г. БЦ 10852.
Объем 0,5 б. л.=1 п. л.=0,75 уч.-изд. л. В одном печ. листе 62.600 тип. знаков.
Зак. 952. Тираж 100. Бесплатно.

Типография Издательства Харьковского государственного университета
им. А. М. Горького. Харьков, Университетская, 16.

Важнейшим условием и вместе с тем результатом непрерывного роста и совершенствования социалистического производства на базе высшей техники является неуклонное повышение производительности труда.

Определяя сущность производительности труда, Маркс писал: «Под повышением производительной силы труда мы понимаем здесь всякое вообще изменение в процессе труда, сокращающее рабочее время, общественно необходимое для производства данного товара; таким образом, меньшее количество труда приобретает способность произвести большее количество потребительной стоимости»¹.

В. И. Ленин указал, что достижение высшей, чем при капитализме, производительности труда, в последнем счете, является главным и решающим условием полной победы нового, коммунистического строя. Коммунистическая партия постоянно мобилизует и направляет творческую инициативу и энергию трудящихся нашей страны на успешное решение этой коренной задачи.

В своей речи на собрании избирателей Ленинградского избирательного округа г. Москвы 12 марта 1954 г. тов. Маленков отметил, что советский народ обязан добиться значительного подъема производительности общественного труда. Забота о значительном повышении производительности труда должна стать на деле неотложной задачей и центром всей практической работы по руководству дальнейшим развитием народного хозяйства СССР. Для этого необходимо всемерно совершенствовать и развивать все отрасли народного хозяйства, шире механизировать трудоемкие работы и всемерно развивать электрификацию сельского хозяйства. Это является средством дальнейшего подъема производительности труда, облегчением труда рабочих и колхозников.

Необходимо также развернуть подлинно широкое народное движение за значительный подъем производительности труда, за достижение высокой производительности труда на каждом промышленном предприятии, на каждой стройке, на транспорте, в каждом колхозе, совхозе, машинно-тракторных станциях, на всех фронтах нашего великого строительства.

Рост производительности труда является основным и решающим условием снижения себестоимости продукции и увеличения социалистических накоплений. Увеличение же накоплений, в свою очередь, в условиях социализма означает не только расширение производства, но и постоянное совершенствование его на базе высшей техники, что ведет к дальнейшему и неограниченному росту производительности труда.

Сокращение затрат труда на производство каждой единицы продукции означает рост производительности труда при условии, если качество продукции при этом не снижается. Наоборот, повышение качества продукции означает рост производительности труда даже при сохранении прежних затрат времени на единицу продукции.

¹ К. Маркс. Капитал, т. I, 1951, стр. 320—321.

Такая точка зрения весьма редко подчеркивается в литературе, но она вытекает из того, что социалистическое производство направлено на удовлетворение потребностей людей, а не на извлечение прибыли. Значит производительность труда должна измеряться не только количеством продукции, но и их качеством. Повышение качества продукции есть повышение потребительных свойств продукта. Но в силу экономических условий социализма измерение и учет производительности труда в большинстве отраслей народного хозяйства, в том числе в машиностроении, производится в стоимостной форме — по выработке валовой продукции в оптовых ценах. При этом то или иное повышение или понижение качества продукции не отражается в цене машины, а значит и не отражается на показателе производительности труда.

В этих условиях особое значение приобретает контроль качества продукции, как барьер против стремления увеличить количество продукции за счет ее качества. Здесь надлежащий контроль качества продукции прямо выступает как условие обеспечения действительного роста производительности труда в социалистическом обществе. Но, кроме того, технический контроль сам по себе влияет на производительность труда внутри производства, поскольку те или иные качественные требования могут повышать или понижать трудоемкость контролируемых операций с одной стороны и самих операций по осуществлению контроля — с другой.

Настоящая работа и посвящена выяснению влияния методов технического контроля на трудоемкость производственных операций. Этот вопрос рассматривается в области применения статистических методов контроля качества продукции в массовом машиностроении, производящем предметы народного потребления (велосипеды).

Исходя из общей задачи данной работы, в главе первой рассмотрены общие основы проблемы «технический контроль как фактор производительности труда».

При исследовании наиболее широко применялись статистические методы анализа и контроля качества продукции. Это объясняется особенностями темы, которые вызвали необходимость обширной экспериментальной работы в реальных производственных условиях. Статистические методы технического контроля внедрены в масштабе завода и за долгий срок собраны фактические данные, позволившие установить закономерности, определяющие взаимосвязь технического контроля и трудоемкости производственных операций. Этот эксперимент описан во второй главе.

На основе обработки данных обширного заводского эксперимента за двухлетний период сделана попытка анализа и оценки влияния технического контроля на трудоемкость производственных операций.

Сначала в диссертации рассмотрены вопросы, касающиеся положительного, а затем и отрицательного влияния методов технического контроля на трудоемкость производственных операций. Соответственно построены III и IV главы диссертации.

В третьей главе о положительном влиянии статистических методов технического контроля на трудоемкость производственных операций изложены четыре формы этого влияния при работе на автоматическом оборудовании:

- а) облегчение и уточнение подналадок;
- б) уточнение заданного размера настройки и уменьшение зоны вариаций фактического размера настройки;
- в) уменьшение объема измерительной работы, выполняемой наладчиком;
- г) уменьшение дисперсии отклонений от размера настройки.

В четвертой главе об отрицательном влиянии технического контроля на трудоемкость производственных операций рассмотрены вопросы о производственном допуске, о его рациональном установлении, приведены результаты исследования формы и параметров распределения настроек и вытекающее отсюда возможное отрицательное влияние технического контроля на трудоемкость операций.

I. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАК ФАКТОР ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

Иногда под повышением производительности труда понимается только увеличение количества продукции, производимой в единицу рабочего времени, без учета качества этой продукции; это приводит к тому, что в производстве стараются увеличивать только количество продукции и недостаточно заботятся о качестве этой продукции.

Однако под повышением производительности труда необходимо понимать увеличение количества продукции, соответствующей стандартам, техническим условиям качества, производимой в единицу рабочего времени.

Более того, повышение качества продукции при том же его количестве, вырабатываемом в единицу рабочего времени, следует рассматривать как рост производительности труда. Это вытекает из того, что под производительной силой труда понимается способность производить то или иное количество потребительных стоимостей в единицу рабочего времени.

Но так как продукт высшего качества бесспорно имеет более высокую потребительную стоимость (в смысле более всестороннего, полного и длительного удовлетворения тех или иных потребностей человека), то ясно, что повышение существенных качественных признаков и свойств продукта равносильно росту производительности труда. Иначе говоря, качество продукции входит в «числитель» показателя производительности труда и не должно противопоставляться производительности труда в целом.

Непрерывный рост производительности труда происходит под влиянием большого количества многообразных факторов. На основе изучения этих факторов Коммунистическая партия и Советское правительство намечают и осуществляют практические мероприятия, обеспечивающие выполнение заданий по росту производительности труда.

Как и в годы довоенных пятилеток, в послевоенный период особенно большое влияние на рост производительности труда в промышленности СССР оказывают непрерывный технический прогресс, совершенствование и рациональное использование передовой техники; механизация труда и автоматизация производственных процессов; постоянное совершенствование методов организации производства и труда; внедрение новой, прогрессивной технологии; рост материального благосостояния народа; систематическое повышение культурно-технического уровня трудящихся; внедрение передового производственного опыта; трудовой подъем и творческая инициатива масс; расширение творческого содружества работников науки и производства; все шире развертывающееся массовое социалистическое соревнование.

Все многообразные факторы роста производительности общественного труда действуют совместно, комплексно.

Ко всем обычно учитываемым факторам роста производительности общественного труда следовало бы добавить и постоянный рост потребностей членов социалистического общества, подталкивающий производство и повышающий его качественный уровень.

Факторы неуклонного роста производительности труда проявляются в трех главных направлениях: 1) уменьшении трудоемкости продукции; 2) улучшении использования фонда рабочего времени; 3) улучшении качества продукции.

Первые два направления проявления факторов роста производительности труда подробно рассмотрены в многочисленных литературных источниках. Поэтому есть смысл подробно остановиться на третьем направлении, достаточно не освещенном в литературе.

Правильный выбор метода технического контроля качества продукции и его рациональная организация оказывают бесспорное влияние на производительность труда.

В первой главе рассмотрены основные формы влияния технического контроля на производительность труда и трудоемкость производственных операций. Сформулирована сущность следующих форм влияния:

- 1) влияние технического контроля на производительность труда в форме воздействия на качество промышленной продукции;
- 2) влияние технического контроля на производительность труда в форме воздействия на качество полуфабриката (заготовки);
- 3) влияние технического контроля на производительность труда в форме предотвращения брака;
- 4) прямое влияние технического контроля на трудоемкость контролируемой операции в сторону снижения;
- 5) прямое влияние технического контроля на трудоемкость контролируемой операции в сторону повышения;
- 6) влияние размещения контрольных границ на трудоемкость контролируемой операции;
- 7) влияние объема контрольной работы на производительность труда.

Такие формы влияния технического контроля на производительность труда, как объем контрольной работы, сближение контрольных границ и некоторые другие поддаются простому расчету.

В диссертации приведены возможности количественных оценок перечисленных форм влияния технического контроля на производительность труда. Однако вопрос возникает в отношении остальных форм влияния технического контроля, а именно: 1) облегчение и уточнение подналадок; 2) уточнение заданного размера настройки и уменьшение зоны вариаций фактического размера настройки; 3) уменьшение объема измерительной работы, выполняемой наладчиком; 4) уменьшение дисперсии отклонений от размера настройки и др.

Для ответа на эти вопросы оказалось необходимым осуществить обширный заводской эксперимент, обеспечивший получение фактических данных для возможности количественной оценки положительного и отрицательного влияния технического контроля на трудоемкость производственных операций.

II. ЭКСПЕРИМЕНТ В ЗАВОДСКОМ МАСШТАБЕ. ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ.

Исследование закономерностей, определяющих взаимосвязь технического контроля и производительности труда может быть осуществлено различно: расчетно-аналитическим, статистическим методами и методом экономического анализа. Эти методы не исключают, а дополняют друг друга, т. е. являются взаимосвязанными и взаимообусловленными.

В настоящей главе сформулирована сущность каждого из этих методов.

Для исследования закономерностей, определяющих взаимосвязь технического контроля и производительности труда, автором были применены статистические методы, которые позволяют проводить эксперименты в реальных производственных, а не в узких лабораторных условиях, как этого требует расчетно-аналитический метод.

Автором проведена длительная работа на Харьковском велосипедном заводе, представляющая собой, с точки зрения данного исследования, комплексный многоцелевой эксперимент.

Необходимо также подчеркнуть, что эксперимент такого рода может иметь и имеет единственную форму — внедрения прогрессивных и эффективных для совершенствования производства методов.

Выбор и внедрение технически и экономически обоснованных методов технического контроля в ходе производства объясняется желанием ввести наиболее сильно действующие факторы, влияющие на рост производительности труда, повышение качества продукции и снижение себестоимости. Это подтверждается тем, что в результате проведенной работы на заводе при руководящем участии автора внедрены и вот уже на протяжении двух лет успешно применяются прогрессивные методы контроля и анализа хода технологических процессов, разработанные советскими учеными и производственниками и проверенные на практике передовых машиностроительных заводов.

В послевоенные годы коренное совершенствование технического контроля осуществляется в двух взаимно дополняющих друг друга основных направлениях:

1) путем механизации и автоматизации технического контроля; 2) путем наиболее рациональной комплексной организации всей системы технического контроля в целях текущего анализа и регулирования технологического процесса.

Одним из средств коренного совершенствования технического контроля являются прогрессивные методы контроля и анализа технологических процессов, широко внедряемые на машиностроительных заводах. К этим новым методам технического контроля относится статистический метод анализа и контроля качества продукции.

Сущность статистических методов анализа и контроля качества продукции заключается в анализе и регулировании хода технологического процесса для своевременного выявления разладки процесса и ухудшения показателей качества продукции еще до появления брака с целью принятия необходимых мер для их устранения.

Эти методы технического контроля позволяют выяснить степень влияния того или иного нарушения процесса на качество продукции, на производительность и точность выполнения последующих операций.

Таким образом, статистические методы контроля в социалистическом машиностроении, представляют собой комплексный метод статистического анализа и контроля качества продукции, хода технологического процесса и состояния производственного оборудования.

Советский комплексный метод направлен на непрерывный рост и совершенствование производства, которое у нас развивается в целях максимального удовлетворения постоянно растущих материальных и культурных потребностей всего общества. В капиталистических странах эти методы развиваются только в целях достижения частнокоммерческих выгод и сохранения среднего уровня качества продукции, выгодного предпринимателю.

Во второй главе рассмотрено несколько основных вариантов статистического метода анализа и контроля качества продукции, применяемых на машиностроительных заводах СССР, и описано его внедрение на ХВЗ, в котором автор принимал руководящее участие.

Для внедрения статистических методов контроля на заводе, прежде всего, был проведен выбор вариантов контроля с точки зрения надежности контроля и простоты его осуществления, наглядности, влияния этих методов на трудоемкость производственных операций, а также соответствия этих методов условиям велосипедного завода.

На Харьковском велосипедном заводе внедрено несколько вариантов статистического метода контроля, обеспечивающие надежность, своевременность и эффективность технического контроля более чем на 1000 детали-операциях.

За два с лишним года (1951—1953 гг.) применения этих методов технического контроля брак в целом по заводу сократился в два раза, с 0,78% в 1950 г. до 0,4% в 1953 году.

В настоящее время на ХВЗ применяется три способа статистического контроля качества продукции, которые заметно отличаются друг от друга:

- 1) упрощенные способы статистического контроля качества продукции;
- 2) метод контроля настроек и разбросов;
- 3) метод группировки (калибров распределения).

В свою очередь, каждый из этих способов подразделяется на целый ряд вариантов, различных по надежности.

Упрощенные способы статистического контроля применяются в механических цехах, в прессовом, лакировочном, гальваническом и термическом цехах.

Метод контроля настроек и разбросов и метод группировки применяется на автоматных участках механических цехов.

При участии автора разработаны рабочие инструкции по ведению статистических методов анализа и контроля качества продукции для контролеров, наладчиков, мастеров, технологов.

Приведенные в диссертации заводские данные свидетельствуют о значительном сокращении потерь от брака.

Так, например, за два года (1952—1953 гг.) применения статистического контроля потери от брака снизились:

- а) по отдельным деталям в 5—10 и более раз;
- б) по автоматному участку механического цеха № 2 в два раза;
- в) по механическому цеху № 2 в 1,5 раза;
- г) по механо-прессовому цеху № 4 в 1,7 раза.

На основе проведенной широкой экспериментальной работы в реальных условиях внедрены новые методы технического контроля в масштабе завода и за относительно долгий срок собраны фактические данные. Обработка собранных данных позволила исследовать влияние технического контроля на трудоемкость производственных операций, что и изложено в III и IV главах.

III. КОНКРЕТНЫЕ ФОРМЫ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ТРУДОЕМКОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ

Правильное применение той или иной системы технического контроля может оказывать значительное положительное влияние на трудоемкость производственных операций. Качество деталей и изделий определяется не только состоянием оборудования и технологической оснастки, но в первую очередь правильной настройкой производственных операций, систематическим соблюдением рабочими заданных условий и режимов обработки.

Всякий производственный процесс с течением времени, вследствие действия различных причин изменяется, поэтому во избежание значительных отклонений от заданных технических условий, процесс должен проверяться на ходу и периодически регулироваться по результатам проверки. С этой целью в последнее время широко применяются различные прогрессивные методы технического контроля в ходе производства.

В литературе¹ есть указания на положительное влияние технического контроля и именно статистических методов анализа и контроля качества продукции на ряд технико-экономических показателей, в том числе и на трудоемкость продукции.

Хотя это положительное влияние статконтроля на трудоемкость очевидно имеет место, однако не было произведено систематизации, отвечающей на вопрос, по каким именно направлениям это воздействие происходит, кроме того, это влияние не было измерено и не было доказано соответствующими расчетами.

Такого рода попытку на материалах заводского опыта путем специальной разработки этих материалов за ряд лет и представляет собою третья глава настоящей диссертации.

В третьей главе рассмотрены четыре формы положительного влияния статистических методов анализа и контроля качества продукции, хода технологического процесса и состояния производственного оборудования на трудоемкость производственных операций, а именно:

- а) облегчение и уточнение подналадок;
- б) уточнение заданного размера настройки и уменьшение зоны вариаций фактического размера настройки;

¹ Энциклопедический справочник «Машиностроение», том 15, Машгиз, 1951, глава VIII, стр. 597.

«Статистические методы анализа и контроля качества машиностроительной продукции», под общей редакцией доц. А. К. Кутай. Машгиз, 1949, стр. 5—6, 7, 207 и др.

Решения совещания при Академии наук СССР по статистическим методам анализа и контроля качества производства, состоявшегося 13—18 октября 1950 года; и другие.

в) уменьшение объема измерительной работы, выполняемой наладчиком;
г) уменьшение дисперсии отклонений действительных размеров от размера настройки.

Вопросы настройки тесно связаны с вопросами контроля размеров в процессе обработки, поэтому первый раздел третьей главы и посвящен вопросам, связанным с настройкой станков на размер.

До настоящего времени на практике, в основном, ограничивались только периодическими промерами нескольких деталей при помощи предельных калибров. В последние годы появились более совершенные способы, которые основаны на использовании методики статистических методов анализа и контроля качества продукции.

Размер настройки станка является функцией нескольких независимых переменных, соответствующих физическому состоянию станка, инструмента и т. д., и характеризуется средним размером в том смысле, в каком всякое математическое ожидание характеризуется статистической средней. Поэтому настройка станка достаточно точно и удобно характеризуется средней арифметической или медианой, вычисленной по наблюдаемым размерам изготовленных деталей. Такая средняя изменяется при изменении настройки в соответствии с изменением определяющих ее технических величин.

В реальных производственных условиях о размере настройки можно судить на основании промеров небольшого числа (обычно 5—10), взятых на выборку деталей. Вычисленная по такой выборке средняя характеризует размер настройки с ошибкой, зависящей от вида средней и от числа наблюдаемых размеров, включенных в расчет, т. е. от объема выборки.

Зная фактический размер настройки, можно уточнить настройку станка и тем самым обеспечить наиболее длительную его работу без последующей подналадки.

1. Облегчение и уточнение подналадок

Применяемые на машиностроительных заводах СССР статистические методы анализа и контроля качества продукции оказывают положительное влияние на трудоемкость производственной операции в форме облегчения и уточнения подналадок.

Речь идет о подналадках станка, возникающих в связи с затуплением инструмента.

До последнего времени широко применяется способ настройки станков с помощью предельных калибров. Такой способ настройки весьма распространен, но не может считаться удовлетворительным.

Так, например, статистический анализ технологического процесса обработки деталей велосипеда В1100308, В1100404, В140809 и др. показал, что в тех случаях, когда действительные размеры деталей в первый период после настройки близко подходили к верхней границе поля допуска, через короткий промежуток времени наблюдался выход размеров отдельных деталей за верхний предел допуска.

Причины этого достаточно общеизвестны: износ резца и увеличение радиальной составляющей усилия резания при затуплении резца, вследствие чего возможны дополнительные отжатия в системе «станок—деталь—инструмент» и др.

Серьезным недостатком, связанным с настройкой по любым жестким калибрам, является то, что наладчик не может оценить значение погрешности настройки с тем, чтобы уверенно произвести корректировку размера. Как раз это можно сделать, если наладчик будет пользоваться статистическими методами контроля настройки. Эти методы новы и начали применяться только в последние несколько лет.

Как же с помощью статистического метода контроля настроек и разбросов облегчаются и уточняются подналадки станка на размер, возникающие в связи с затуплением инструмента?

Сняв и снова поставив заточенный резец, наладчик старается сохранить размер настройки. Если это делается без статистического контроля настроек,

последовательные подналадки приводят к возрастающему отклонению размера настройки от исходного вследствие неизбежных накапливающихся неточностей. При этом наладчик всякий раз должен проверять размер настройки. Если же ведется статистический контроль настроек, наладчик по контрольной карте видит куда надо сместить размер настройки, и каждая очередная подналадка ведет уже не к потере точности настройки, а к ее уточнению.

К производительности труда это имеет то отношение, что каждая подналадка выполняется (при одинаковой или большей точности) скорей.

Это положение — облегчение и уточнение подналадок — подтверждается экспериментом, проведенным автором на Харьковском велосипедном заводе.

Эксперимент этот заключается в том, что определены трудоемкости подналадок с использованием наладчиком результатов контроля настроек и без использования этих результатов контроля, записанных в контрольной карте. Сопоставление трудоемкостей подналадок станка, при обработке деталей велосипеда В1100308, В1100404, В1100605, В140809 и В140906, показали, что трудоемкость подналадок снизилась на 14 — 25%.

Существо дела здесь заключается в том, что наладчик, привыкший пользоваться контрольной картой статистического метода контроля настроек, вырабатывает в себе навык — смещать размер настройки на определенное число соток, необходимое для введения «точек» (т. е. средних действительно наблюдаемых размеров) в контрольные границы или для приближения «точек» к центру поля допуска.

Этот навык экономит время, иначе говоря — повышает производительность труда.

2. Уточнение заданного размера настройки и уменьшение зоны вариаций фактического размера настройки

Как показывает опыт, правильное применение статистических методов анализа и контроля качества продукции, а также целый ряд связанных с этим мероприятий способствует общей стабилизации технологического процесса и на этой основе уточняется заданный размер настройки и уменьшается зона вариаций фактического размера настройки, а все это вместе приводит к сокращению количества подналадок. Сокращение же количества подналадок очевидно приводит к повышению производительности труда.

До настоящего времени этому вопросу не уделялось должного внимания. Выбор способа систематического контроля настройки станка и его осуществление являлось преимуществом самого наладчика. Это обстоятельство резко снижает степень точности обработки и является одной из основных причин брака и понижения производительности из-за частых подналадок станка.

Приведенные в диссертации данные свидетельствуют о том, что до внедрения статистического метода контроля настроек и разбросов рассеивание действительных размеров колебалось в пределах 0,16 мм — 0,38 мм (при допусках 0,1 и 0,24 мм).

Главной причиной, вызывавшей такое большое рассеивание размеров деталей, являлась в основном неудовлетворительная настройка станков на размер.

После внедрения статистического метода контроля настроек и разбросов (через 3—6 месяцев) величина поля рассеивания размеров деталей уже не превосходила 0,08—0,17 мм.

Сопоставляя эти данные, можно сделать вывод, что внедрение статистического контроля в механических цехах велозавода способствовало уточнению заданного размера настройки и уменьшению зоны вариаций фактического размера настройки.

Из этих же данных видно, что зона вариаций фактических размеров деталей уменьшилась в два раза.

Опыт применения статистического контроля также показывает, что и зона вариаций фактического размера настройки уменьшается. Это положение подтверждается данными, полученными на ХВЗ в результате внедрения статистического метода контроля настроек и разбросов.

Приведенные в диссертации данные о распределении фактических размеров настройки станков в пределах допуска свидетельствуют о том, что зона вариаций фактических размеров настройки станка за 1,5 года применения статконтроля уменьшилась на 25—48%.

Эти данные характеризуют постепенное, но весьма существенное уменьшение зоны вариаций фактических размеров настройки станков. Уменьшение зоны вариаций фактических размеров настройки было достигнуто в основном за счет внедрения и правильного применения статистических методов анализа и контроля качества продукции.

Анализ архивных контрольных карт показал, что наряду с уменьшением зоны вариаций фактических размеров настройки применение статистического контроля качества продукции способствует уточнению заданного размера настройки, что в свою очередь приводит к уменьшению числа наладок и подналадок.

Уменьшение числа подналадок заключается в том, что правильно установленные контрольные границы заставляют рабочего придерживаться наилучшего размера настройки (иногда это центр поля допуска, иногда — нижняя граница зоны правильных настроек).

С другой стороны, уточнение настроек приводит к меньшему их рассеиванию (об этом свидетельствуют данные, приведенные выше), к тому, что размеры настроек все реже попадают в опасную зону вблизи границ поля допуска, когда ничтожное случайное смещение размера настройки (например, из-за колебаний диаметра прутка) может привести к браку и, следовательно, к подналадке. В результате подналадки становятся долговечней, их число уменьшается, а следовательно, производительность труда повышается.

Приведенные в диссертации данные о числе подналадок в различные периоды внедрения и применения статконтроля показывают постепенное, но значительное их уменьшение. Так, например, число подналадок в месяц, через год после внедрения статконтроля, уменьшилось на 25—50%, при одновременном уменьшении зоны вариаций фактических размеров настройки станка на 25—48%.

Данные исследования свидетельствуют также о том, что затраты рабочего времени наладчиков на подналадки станков, через 4—8 месяцев после внедрения статконтроля, уменьшились в 1,25—2 раза.

3. Уменьшение объема измерительной работы, выполняемой наладчиком

Путем внедрения технически и экономически обоснованных режимов контроля в ходе производства и их увязки с расписанием и режимами контроля при приемке продукции достигается наиболее эффективное сочетание контрольно-измерительной работы ОТК и производственных рабочих, способствующее уменьшению измерительной работы, выполняемой наладчиком.

Таким образом, если предположить, что рабочий должен измерять столько же, сколько он измерял до внедрения статконтроля, то использование им измерений ОТК должно привести к повышению точности обработки, уменьшению объема измерительной работы, выполняемой наладчиком, что в свою очередь приводит к повышению производительности труда.

В этом и заключается положительное влияние технического контроля на трудоемкость производственной операции в форме уменьшения объема измерительной работы, выполняемой наладчиком.

4. Уменьшение дисперсии отклонений действительных размеров от размера настройки

Опыт применения статистических методов анализа и контроля качества продукции показывает, что в результате правильного использования этих методов наблюдается уменьшение дисперсии отклонений действительных размеров от размера настройки.

Разбросы определяют границы размера настройки в том смысле, что возможность появления брака практически исключается при удалении размера настройки от границ поля допуска не менее чем на величину соответствующих разбросов. Дело в том, что ширина зоны правильных настроек равна

$$\delta - (D^+ + D^-),$$

где

δ — допуск;

D^+ — положительный разброс;

D^- — отрицательный разброс.

Сумма положительного и отрицательного разбросов ($D^+ + D^-$) составляет широту рассеивания отклонений.

Таким образом, зона правильных настроек тем шире, чем меньше разбросы (D^+ и D^-), а опыт применения статконтроля показал, что разбросы при статконтроле постоянно и существенно уменьшаются и таким образом влияют на производительность труда. Поясним это следующим положением: чем больше разбросы, тем, следовательно, меньше будет зона правильных настроек, тем труднее ввести в нее размер исходной настройки и тем, естественно, потребуется для этого больше времени и, наоборот, чем разбросы меньше, тем легче, проще и скорее вести настройку станка без риска увеличения брака. При этом также нужно помнить, что нормой суммы положительного и отрицательного разбросов не всегда может быть принят допуск, так как еще необходимо зарезервировать часть допуска для погашения погрешностей исходной настройки, смещений размера настройки, погрешностей измерения, неточностей выборочных проверок.

Для расчета положительного влияния технического контроля на трудоемкость контролируемой операции, т. е. на производительность труда, в форме уменьшения дисперсии действительных размеров было установлено распределение настроек по операциям с различными допусками, а затем подсчитан процент настроек, который надо уточнять, если перейти к меньшим зонам правильных настроек. Результаты таких расчетов показывают, что за 1,5 года применения статконтроля число и процент нарушений контрольных границ уменьшились в 1,2—4,3 раза.

Эти данные свидетельствуют о неуклонном и значительном уменьшении числа и процента нарушений границ поля допуска и контрольных границ при переходе к более надежному варианту контроля.

Приведенный в 3 главе материал является результатом следующей экспериментальной работы:

а) постановки статистических методов анализа и контроля качества продукции на Харьковском велосипедном заводе, описанной во второй главе, которая сама по себе явилась ценной для производства, позволив сократить брак по охваченным операциям примерно в 5—10 раз, а по отдельным операциям значительно больше;

б) специальной разработки архивных контрольных карт за 1,5 года применения статистического метода контроля и разбросов; эта разработка охватила до 2-х тысяч карт по различным деталям. Выводы поэтому здесь опираются на достоверный, объективный массовый материал.

Приведенные в диссертации данные свидетельствуют о неуклонном и значительном уменьшении дисперсии отклонений действительных размеров от размера настройки станка. Так, если в первый период внедрения статконтроля % дополнительных подналадок, из-за сближения контрольных границ, был равен 15—30%, то уже через полгода-год — 5-10%, при одновременном уменьшении зоны вариаций фактических размеров (с 0,33 мм до 0,09 мм) и количества подналадок на 25—50%, т. е. при увеличении продолжительности их действия.

Таким образом, все приведенные данные характеризуют положительное влияние технического контроля (статистических методов) на производительность труда, а тем самым и на трудоемкость производственных операций.

IV. ВОЗМОЖНОЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ТРУДОЕМКОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ

Наряду с положительным влиянием, описанным в третьей главе, технический контроль может оказывать также и отрицательное влияние на трудоемкость производственных операций.

Как известно, качество готовой продукции в машиностроении в основном зависит как от качества металлов, так и от качества самого изготовления деталей. То и другое регламентируется техническими условиями и допусками, указываемыми в чертежах. Чем уже и жестче поставленные допуски, тем, вообще говоря, выше качество изделия. Однако, при ужесточении допусков удорожается изготовление изделий и становится более трудным подбор достаточно точного и в то же время высокопроизводительного оборудования и его наладка.

Поэтому вопрос об установлении экономически целесообразного соответствия между заданными допусками и имеющимися технологическими возможностями машиностроительного предприятия является одной из задач при разработке конструкции машины и технологических процессов ее изготовления.

Фактическое же соблюдение этого соответствия производством как раз и является основной задачей анализа и контроля качества продукции и хода технологических процессов.

В общем случае задача сопоставления допусков с имеющимися возможностями должна заключаться в установлении для каждой детали соответствия фактической точности ее изготовления, точности настройки станка, точности измерений и достоверности технического контроля с полем допуска, заданным конструктором. О соответствии этих величин судят по достаточно малому выходу отклонений размеров за заданные границы поля допуска.

При наличии погрешностей измерения расчет выхода отклонений размеров за заданные границы поля допуска нельзя производить по результатам измерений, так как он не совпадает с фактическим выходом отклонений действительных размеров. Поэтому в этих случаях принято, кроме величины заданного допуска по чертежу, называемого гарантированным, назначать еще для контроля при изготовлении более узкий допуск, называемый производственным.

Границы производственного допуска рассчитываются так, чтобы при браковке всех деталей, оказавшихся по результатам измерений вне границ производственного допуска, среди остальных деталей, признанных годными (как оказавшихся по результатам контроля внутри границ производственного допуска), на самом деле было бы минимальным число деталей с фактическими отклонениями, выходящими за границы гарантированного допуска.

В связи с этим необходимо рассмотреть более подробно трактовку метрологов о производственном допуске. По трактовке профессоров Г. А. Апарина и И. Е. Городецкого¹ в гарантированный допуск, приведенный в стандартах, должны включаться погрешности измерения, чтобы обеспечить выполнение действительных размеров изделий в установленных стандартами пределах.

Под производственным допуском авторы понимают гарантированный допуск уменьшенный на величину погрешности измерений. По рекомендациям этих авторов, производственный допуск должен составлять не менее 60% от гарантированного допуска даже для самых высоких классов точности.

Однако при применении статистических методов контроля качества продукции это понятие необходимо расширить. Расширение метрологического понятия «производственный допуск» необходимо в связи с тем, что неправильная оценка годности детали может возникнуть не только из-за неточности измерения, но из-за ошибок выборочного контроля, причем эти ошибки могут быть выражены тоже в мм (т. е. в единицах измерения поля допуска).

¹ Г. А. Апарин и И. Е. Городецкий. Допуски и технические измерения, Машгиз, 1950, стр. 187.

Следовательно, при применении статистических методов контроля качества продукции и хода технологического процесса, под производственным допуском следует понимать чертежный допуск, уменьшенный на предельную ошибку измерений и вероятную ошибку выборочного контроля.

Установление производственных допусков и контрольных границ при статконтроле у нас и в капиталистических странах совершенно отлично.

Различия в советской и американской постановке вопроса о производственном допуске нигде не сформулированы и в настоящей работе сделана попытка сформулировать их.

Американская точка зрения изложена в стандарте по статконтролю, переведенному с комментариями Н. С. Ачерканом¹.

Существо дела в вопросе о допусках сводится к следующему: допуск фактический задаваемый производству и именуемый в настоящей работе «производственным», по американским взглядам зависит от случайного рассеяния действительных размеров и именно равен этому рассеянию. Получается этот допуск как результат расчета контрольных границ, которые, по американским взглядам, устанавливаются на расстоянии, определенном величиной $\pm \frac{3\sigma}{\sqrt{n}}$ от центра допуска (σ — среднее квадратическое отклонение; n — объем выборки).

Если средние арифметические значения $\bar{X}$ находятся в этих границах, то индивидуальные значения находятся в границах $\bar{X} \pm 3\sigma$, что и соответствует «производственному допуску» во всех случаях, когда $3\sigma \leq \frac{\delta}{2}$, где δ — чертежный допуск.

Если же $3\sigma > \frac{\delta}{2}$, то должна быть произведена реконструкция процесса. Таким образом, фактический допуск у американских статистиков всегда меньше чертежного, следовательно, является «производственным».

Однако это только кажется на первый взгляд. В настоящей главе ясно показано, что производственный допуск, по расчету американских стандартов, т. е. по правилу «трех сигма», в действительности получается больше, чем $\pm 3\sigma$. Зона рассеяния действительных размеров равна $6\sigma \left(\frac{\frac{\delta}{2}}{\sqrt{n}} + 1 \right)$. Только в эту зону действительные размеры укладываются с практической достоверностью.

Таким образом, чертежный допуск уменьшается или увеличивается при американском статконтроле в зависимости от отношения $\frac{\delta}{\sigma}$.

Что же такое σ ? Это случайное рассеяние, не поддающееся, по мнению Шухарта, воздействию в рамках данного технологического процесса.

Такова точка зрения американских и некоторых других зарубежных ученых и производственников на производственный допуск, основанная на идее «стихийного» установления производственных допусков.

Советская точка зрения в рассматриваемом вопросе основывается не на стихийном установлении производственного допуска, а исходит из планомерного установления производственного допуска, оптимального в смысле максимума производительности труда, имея в виду труд всего коллектива — и контролируемых рабочих, и контролеров, и рабочих последующих операций, у которых производительность упадет в случае пропуска брака (скрытого расширения допуска).

В отличие от американских ученых и стандартов по статистическому контролю качества, которые рекомендуют рассчитывать контрольные границы исходя только из случайного рассеяния действительных размеров, — по другому подходят к этому вопросу советские ученые и производственники. Они подходят

¹ Н. С. Ачеркан. Статистические методы контроля промышленной продукции, Машгиз, 1946.

не с точки зрения стихийного установления производственного допуска, а с точки зрения планомерного его установления.

Распределение отклонений действительных размеров характеризуется кривой распределения и величиной направленных разбросов — положительного разброса D^+ и отрицательного разброса D^- .

Помимо того, что вместе с другими характеристиками разбросы способствуют раскрытию состояния технологического процесса, они также являются важнейшими исходными величинами для расчета настройки станка, т. е. установления производственных допусков.

При определении производственных допусков всегда необходимо зарезервировать часть допуска для погашения погрешностей исходной настройки, смещений размера настройки, погрешностей измерения, неточностей выборочных проверок и поэтому сумма разбросов в нормальном случае должна быть меньше допуска.

Необходимое соотношение этих величин зависит от конкретных производственных условий и определяется технико-экономическими соображениями и расчетами.

По данным советских авторов работ по статконтролю контрольные границы должны удаляться на величину $1,5 D^{\pm}$ от соответствующих границ поля допуска. В этом случае наибольшее незамеченное нарушение допуска будет практически равно нулю.

В этой главе показано, что производственные допуски в различные периоды применения статконтроля на ХВЗ были разные и устанавливались в зависимости от фактического точностного состояния данной операции в определенный период времени (на основании проведенного статистического анализа точности технологической операции).

Приведенные в диссертации данные по деталям велосипеда В140809, В1100308, В1100404 и др. свидетельствуют и подтверждают то обстоятельство, что несмотря на здоровые требования к выполнению допусков, вызывающие повышение трудоемкости операции за счет дополнительных подналадок станка, в конечном счете, наблюдается неуклонное повышение качества деталей при одновременном систематическом росте производительности (процент дополнительных подналадок станка при ужесточении производственного допуска сократился, по перечисленным деталям, в 2 и более раз).

На основании исследований формы и параметров распределения настроек станка в настоящей главе рассчитаны потери рабочего времени наладчиков при заданном производственном допуске.

На основе этого сравнения можно ответить на вопрос о том, что и когда предпочесть, т. е. либо мириться с пропуском большего процента брака, либо уже ужесточить производственный допуск, в результате чего уменьшится процент пропускаемого брака, но возрастет количество дополнительных подналадок, что, в конечном счете, сказывается на производительности самих операций.

Казалось бы, что расчет выгодности того или иного варианта очень прост: надо сопоставить потери от дополнительных подналадок при ужесточении допуска с выигрышем из-за сокращения потерь от брака (в том числе и от обработки пропущенного брака на последующих операциях). Однако исследование показало, что число дополнительных подналадок при ужесточении производственного допуска величина непостоянная, она имеет явную тенденцию к сокращению. Следовательно, есть смысл начинать постановку контроля с менее жесткими контрольными границами, а затем ужесточать их, и это в конце концов приводит и к сокращению числа подналадок и к сокращению брака, т. е. ко вполне эффективным результатам с обеих вначале противоречивых точек зрения. Этот вопрос надо решать не в статике, а в динамике.

Иначе говоря, при стабилизации технологического процесса из-за более жестких требований отрицательное влияние методов технического контроля на производительность оказывается с течением времени незначительным и, как показывают приведенные в диссертации данные, систематически уменьшается.

Эти данные свидетельствуют также о том, что почти всегда можно предпочитать ужесточение производственного допуска, чем мириться с потерями пропускаемого брака. Ужесточение производственных допусков всегда ведет к стабилизации технологических процессов. Это наглядно видно из данных, приведенных в главе III. При стабильном состоянии технологических процессов отрицательное влияние методов технического контроля оказывается совсем незначительным и при учете значительного положительного влияния этих методов всегда можно предпочесть тот или иной вариант ужесточения допуска.

В диссертации приведены результаты расчетов замедления операции при том или ином производственном допуске по нескольким деталям велосипеда.

Эти данные свидетельствуют о том, что ужесточение допусков оказывает отрицательное влияние на трудоемкость производственных операций, но это влияние, по сравнению с положительным, оказывается незначительным и систематически уменьшается.

Изложенные выше соображения и приведенные в четвертой главе диссертации данные позволяют сделать несколько выводов:

1. Вследствие, имеющихся погрешностей настройки станка, измерения и выборочного контроля всегда необходимо назначать производственные допуски, которые гарантируют высокое качество деталей.

2. Установление производственных допусков и контрольных границ при статконтроле у нас и в капиталистических странах совершенно отлично.

3. Исследование формы и параметров распределения настроек станка показало, что применение надежных и действенных методов технического контроля способствует систематическому уменьшению числа и процента выборочных меднан, вышедших за границы заданного производственного допуска. Установление жестких производственных допусков хотя и оказывает отрицательное влияние на трудоемкость операции, но, в конечном счете, это влияние оказывается незначительным по сравнению с огромным положительным влиянием технического контроля на трудоемкость операции.

4. Расчеты потерь рабочего времени, хотя бы приблизительно, показывают, что всегда выгоднее задавать более жесткие производственные допуски, вероятность пропуска брака при которых практически равна нулю.

Однако к жестким производственным допускам следует переходить постепенно. Это подтверждается результатами исследования формы и параметров распределения фактических размеров настройки станков и расчетами замедления операции при различных производственных допусках.

5. Приведенные в диссертации материалы и результаты расчетов еще раз свидетельствуют о том, что для систематического повышения качества продукции при одновременном неуклонном росте производительности труда необходимо совершенствовать методы настройки станка при обработке тех или иных деталей, методы технического контроля, которые давали бы материал для конкретного оперативного вмешательства в процесс, при его расстройстве, а также повышать точность оборудования и правильно устанавливать производственные допуски, исходя из технических условий и фактического точностного состояния станка. Кроме того, производственные допуски всегда должны устанавливаться и проверяться исходя из реальных технико-экономических соображений, направленных к тому, чтобы систематически повышать качество деталей при одновременном неуклонном росте производительности труда.

В целом, в работе показано, каким образом можно на основе экономического анализа данных действующей системы статистического контроля качества продукции правильно выбирать и совершенствовать самые методы технического контроля в таком направлении, чтобы комплексно обеспечить снижение трудоемкости и повышение качества продукции.

Бесплатно