

достижений научно-технического прогресса, количественные и качественные изменения технической базы производства повышают требования пользователей оборудования в СТОиРО).

**Список литературы:** 1. *Агабабян Э.М.* Производственное потребление: перестройка механизма взаимодействия. – М.: Экономика, 1991. – 239с. 2. *Акбердин Р.З.* Экономика обновления парка оборудования в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1987. – 185с. 3. *Баженов Г.Е.* Повышение эффективности организации системы обслуживания машиностроительного комплекса. – Томск, Изд-во Томского университета, 1990. – 138с. 4. *Гончаров В.Н.* Технический прогресс в ремонтном производстве. //Машиностроитель, 1992, №2, с.11–12. 5. *Ивуть Р.Б.* Совершенствование управления ремонтным производством на предприятиях машиностроения. – Минск. Наука и техника. 1991. – 248с. 6. *Ильенченко М.В.* Организация ремонта машиностроительного оборудования. – К.: Техника, 1979. – 160с. 7. Отчет о научно-исследовательской работе «Технико-экономический анализ затрат на капитальные и текущие ремонты Никопольского южно-трубного завода и цехов ОГМ». – Харьков: ГИТиСЭИ Минпромполитики Украины, 1997. – 246с.

Подано до редакції 18.06.2009

**УДК 698.53 (075.8) 338**

**С.Н. ПОГОРЕЛОВ**, к.е.н, доц., НТУ «ХПИ», Харьков

## **АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПРОИЗВОДСТВА**

Методика технического нормирования труда в значительной степени зависит от ряда основных факторов: типа организации производства — массовое, серийное, единичное; способы выполнения работ — ручной, машинно-ручной, машинно-автоматизированной; формы организации труда — индивидуальная, многостаночная, бригадная.

The method of the technical setting of norms of labour largely depends on the row of basic factors: type of organization of production — mass, serial, single; methods of implementation of works — hand, machine-hand, machine-automated; forms of organization of labour — individual, teem.

**Ключевые слова:** аналитический метод, номирование, труд, производство

**Введение.** Каждому типу производства присущи особенности, характеризующие оборудование, технологическую оснастку, технологический процесс, организацию и обслуживание рабочего места, специализацию и квалификацию рабочих, выполнение отдельных элементов операции и др.

Чем выше серийность производства, тем более совершенны технология и организация производства, производственные навыки рабочих, тем более специализированы оборудование и технологическая оснащенность рабочего места.

Следовательно, затраты на изготовление одних и тех же изделий и уровень производительности труда в условиях массового, серийного и единичного производства различны.

В зависимости от типа производства, характера производственного процесса и нормируемой операции технические нормы времени определяются либо суммарным методом, либо аналитическим.

При *аналитическом методе* операция проектируется из составляющих ее приемов и комплексов, на каждый из которых в зависимости от условий его выполнения устанавливается норма времени, и суммированием этих норм определяется норма времени на всю операцию.

Сущность этого метода заключается в следующем: проектируется наиболее рациональный состав и последовательность выполнения элементов нормируемой операции; проектируются оптимальные режимы работы оборудования, передовые приемы работы и рациональная организация рабочего места; при установлении нормы ориентируются на квалифицированного рабочего, полностью овладевшего техникой (своей работы; нормы затрат времени определяются путем технического расчета для отдельных приемов операции.

**Методология.** В практике нормирования различают два варианта аналитического метода: аналитически-расчетный: аналитически-исследовательский, или аналитически-экспериментальный.

При *аналитически-расчетном методе* норма проектируется по элементам операции, причем их состав и содержание подвергаются анализу с тем, чтобы эти элементы обеспечивали наиболее высокую производительность труда. При этом стремятся к оптимальному использованию оборудования, инструментов, приспособлений.

Нормирование аналитически-расчетным методом проходит такие этапы:

- расчленение операции на составляющие ее элементы — установки, переходы, проходы, приемы, комплексы приемов;
- анализ состава и содержания операций, организации труда и производственных возможностей оборудования;
- проектирование наивыгоднейших режимов работы оборудования, наиболее рационального состава и содержания операции; наиболее целесообразной организации обслуживания рабочего места с учетом передовых методов работы новаторов производства;

- расчет основного времени на операцию по переходам и приемам; на основании нормативов режимов работы оборудования;
- расчет вспомогательного времени, с учетом возможных перекрытий, по нормативам времени;
- расчет времени на обслуживание рабочего места и личные надобности по нормативам времени;
- расчет нормы штучного времени.

Анализ и премирование служат основанием для расчета технически обоснованных норм времени, обеспечивая их прогрессивный характер.

При *аналитически-исследовательском методе*, в отличие от аналитически-расчетного, проектирование структуры, последовательности и содержания отдельных элементов операции и режимов работы оборудования осуществляется в производственных условиях, т. е. полученная аналитически-расчетным методом норма времени подвергается экспериментальной проверке на рабочем месте в цехе или в специальной лаборатории с помощью хронометражных наблюдений или иных организационно-технических мероприятий и таким образом уточняется. Данные хронометражных наблюдений служат также основой для расчета оперативного времени.

*Аналитически-экспериментальный метод* дает более точные результаты по сравнению с аналитически-расчетным и 'должен применяться в условиях массового производства. Полученные на его основе данные используются при разработке нормативов времени и режимов работы оборудования, применяемых при аналитически-расчетном нормировании.

Нет сомнений, что *аналитический метод нормирования* дает значительно более точные результаты, чем суммарный, поэтому он *является основным методом для массового, крупносерийного и серийного типов производства*, т. е. для тех случаев, когда одна и та же операция повторяется многократно.

В условиях единичного и мелкосерийного производства, когда операция повторяется небольшое число раз или не повторяется вовсе, трудоемкий аналитический расчет целесообразен только для расчета норм на очень сложные операции, трудоемкость которых исчисляется десятками часов.

Во всех остальных случаях применяют *суммарный метод*. При суммарном методе, как видно из названия, нормы устанавливаются на всю операцию без расчленения ее на составляющие элементы. В практике нормирования суммарный метод имеет несколько разновидностей: опытный, статистический, Сравнительный.

Существуют доброкачественные способы суммарного нормирования и недоброкачественные. К недоброкачественным способам можно отнести следующие: опытное нормирование, при котором нормы устанавливаются на основе личного опыта мастера или нормировщика, что приводит к недостаточно обоснованным результатам; статистическое нормирование, при котором нормы устанавливаются на основании статистических данных, записей о фактических затратах времени на такие же работы в прошлом из отчетов, и т. п.; сравнительный метод нормирования сводится к тому, что норма труда устанавливается путем сравнения сложности и объема нормируемой работы с аналогичной работой, норма на которую установлена ранее.

Нормы времени, установленные таким образом, носят название *опытно-статистических*. Они не являются прогрессивными, так как ориентируют рабочих на уже достигнутую производительность труда.

Такие нормы не способствуют выявлению резервов повышения производительности труда, скрытых в плохом использовании рабочего времени, заниженных режимах работы оборудования, недостатках организации и обслуживания рабочих мест и т. д.

При установлении норм методом сравнения предварительно отбирают детали, подобные по конфигурации и технологии изготовления, определяют факторы, влияющие на продолжительность их обработки (например, масса заготовки, объем, диаметр, длина обработки). Затем на основании результатов анализа ранее установленных норм и фактических затрат времени разрабатывают таблицы, графики, выводят эмпирические формулы, которые выражают зависимость времени выполнения операции от выбранных факторов. Эти таблицы, графики, формулы служат основой для установления норм времени на аналогичные работы.

Например, для определения времени нагрева в пламенных печах крупных заготовок при одновременном нагреве нескольких деталей существует эмпирическая формула  $\Gamma_n = 0,08 Yd$ , где  $\Gamma_n$  — норма времени;  $d$  — диаметр заготовки.

Нормирование методом сравнения при всех своих недостатках во многих случаях является первым этапом к переходу от опытно-статистических норм к нормированию по типовым нормам. Однако переходу на работу по технически обоснованным нормам в условиях единичного и мелкосерийного производства препятствует значительная трудоемкость установления расчетных норм времени аналитическим методом. Поэтому необходимо

применять такие методы суммарного нормирования, которые, обеспечивая надлежащую точность, не требуют больших затрат труда и времени на установление норм.

К числу таких методов суммарного нормирования следует отнести: укрупненное нормирование и нормирование по типовым нормам. В единичном и мелкосерийном производстве производится обработка самых разнообразных деталей, поэтому для их нормирования целесообразно пользоваться нормативами на типовые переходы, из которых может быть составлена укрупненная норма на любую операцию определенного вида обработки.

Нормативы для укрупненного нормирования построены на основании тщательных расчетов по отдельным элементам операции, поэтому, несмотря на их укрупненный характер, они являются технически обоснованными. Укрупнение нормативов достигается за счет некоторого снижения точности, однако погрешность допускаемая при пользовании такими нормативами, заранее учитывается и не должна выходить за пределы, установленные для данного типа производства. Для условий единичного и мелкосерийного производства точность в пределах  $+(10—15)\%$  считается допустимой.

Сущность метода, применяемого при разработке нормативов для укрупненного нормирования, заключается в том, что расчетным путем устанавливаются режимы резания и нормы времени на типовые приемы и переходы, затем после графоаналитической обработки полученных данных находится математическая зависимость времени обработки от факторов, влияющих на ее продолжительность [37].

Выбираются те факторы, которые оказывают наибольшее влияние на трудоемкость, а их количество должно быть минимальным (два-три). Иногда несколько факторов целесообразно заменить одним — обобщенным.

Вид эмпирических формул определяется тем, какую математическую зависимость они выражают.

Пример:  $Y = ax + b$ ,  $Y = Ky$ ,  $Y = Kx, \dots, c$ , где  $Y$  — норма времени;  $x, \dots, c$  — факторы, определяющие продолжительность времени выполнения перехода (длина, диаметр, объем, масса, ширина и т. п.);  $K, a, b, y, x$  — коэффициенты и показатели степени при переменных.

По эмпирическим формулам рассчитывают таблицы норм на переходы, а в случаях степенной зависимости, особенно если показатели степени дробные, строят номограммы, которые значительно упрощают и облегчают расчеты.

Как показала практика, использование укрупненных нормативов уменьшает трудоемкость расчетов в 5—10 раз. Для станочных работ укрупненные нормативы, как правило, предусматривают раздельное нормирование подготовительно-заключительного времени, на установку и снятие детали и неполного штучного времени.

В состав неполного штучного времени входит оперативное время, время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности. Расчет  $T_{шт}$  по укрупненным нормативам сводится к определению и последующему суммированию времени на установку и снятие детали и неполного штучного времени на выполнение всех переходов:  $T_{шт} = T_{yc} + T_{н.шт}$ , где  $T_{шт}$  — норма штучного времени, мин;  $T_{yc}$  — время на установку и снятие детали;  $T_{н.шт}$  — неполное штучное время на выполнение перехода.

Нормирование еще в большей степени упрощается благодаря укрупненным нормативам не на переходы, а на отдельные операции, содержащие штучное и подготовительно-заключительное время. Однако применяются они лишь для нормирования операций по обработке типовых деталей, сходных по своей конструкции и технологии обработки и отличающихся друг от друга размерами. Это еще более укрупненный метод, т. е. *метод нормирования по типовым нормам*, когда нормируемая операция сопоставляется с типовой, сходной с нормируемой по конфигурации детали и технологии ее обработки. При этом на операции по обработке типовых деталей нормы разрабатываются методом технического расчета по нормативам, а на сопоставляемые с ними технологически подобные операции — по соотношению главных параметров (факторов), влияющих на продолжительность обработки (длина, площадь и т. п.). Характер зависимости определяется путем соответствующего исследования.

Типовыми, в первую очередь, следует охватывать производство нормализованных деталей и деталей общего назначения (валы, шестерни, втулки, шкивы и т. п.). Однако этим не исчерпывается область применения этого метода.

Таблицы типовых норм на обработку типовых деталей содержат значительное количество норм для различных размеров подобных деталей. Например, таблица на токарную обработку шестерен определенной конфигурации и из определенного материала содержит нормы для различных параметров (типоразмеров) такой шестерни. Для промежуточных типоразмеров деталей нормы определяются интерполяцией.

Типовые нормы включают в себе исходные, данные, принятые в основу расчетов,—эскизы заготовок и деталей, припуски, геометрические параметры режущих инструментов, эксплуатационные данные принятого оборудования, режимы резания, организацию труда, содержание и последовательность элементов операции.

Таблицы норм на типовые детали дают возможность получать нормы времени с точностью  $\pm(10—15)$  %, что для индивидуального и мелкосерийного производства вполне допустимо. Наличие типовых норм способствует устранению разнобоя в нормах. • Таким образом, в условиях мелкосерийного и единичного производства технически обоснованные нормы времени должны устанавливаться либо по укрупненным нормативам .способом технического расчета,, либо по типовым нормам путем сравнения нормируемой операции с типовой операцией, аналогичной по конструкции и технологии изготовления детали.

Эти методы необходимо широко внедрять в единичном и мелкосерийном производстве как отвечающие требованиям, предъявляемым к технически обоснованным нормам времени.

Применяете также *метод микроэлементного нормирования*, сущность которого состоит в том, что все многообразие действий, совершаемых рабочим во время выполнения 'трудовых действий, можно свести к ограниченному количеству элементарных, простейших трудовых движений пальцев, рук, корпуса или ног рабочего, на выполнение которых разработаны нормы времени.

Отечественная система микроэлементного нормирования была разработана В. М. Иоффе [18]. Она основана на положении, согласно которому любой элемент ручной работы состоит из сочетания двух первичных элементов (названных В. М. Иоффе микроэлементами), а именно: ВЗЯТЬ (взяться, охватить); ПЕРЕМЕСТИТЬ (совместить, сдвинуть, вставить, вынуть).

По характеру выполнения оба микроэлемента могут быть решительными и приноровительными.

Под решительными понимаются бесконтрольные движения, не требующие осторожности или аккуратности при их выполнении и совершаемые без замедления. Продолжительность решительного движения зависит от расстояния (пути), усилия (напряжения) и темпа (скорости)движения.

Приноровительные движения выполняются замедленно, так, чтобы перемещаемая рука, деталь или инструмент в конце движения заняли требуемое положение и были исправлены ошибки, допущенные при решительном движении.

Например, элемент «насадить ключ на гайку» имеет приноровительный характер, так как помимо решительного движения руки с ключом по направлению к гайке необходимо совместить плоскость ключа с плоскостью гайки и обеспечить совпадение гайки и прорези ключа. Следовательно, приноровительный элемент (И) складывается из одного решительного (Р) и одного или нескольких приноровительных движений  $\Pi = Р + Д\Pi$ , где ДП — прибавка на приноровительности к данному решительному движению в зависимости от условий его осуществления. Различают следующие виды напряженности выполнения микроэлемента: а) легкую — без усилия, без груза; б) нормальную — с незначительным усилием или тяжелым грузом; в) повышенную — большим усилием или тяжелым грузом для данного органа.

При этом темп работы принимается следующим: а) нормальный (Н)—при легких, но многообразных движениях; б) ускоренный (У)—при легких и однообразных, многократно повторяемых движениях; в) напряженный (В)—при замедленных, разнообразных, неповторяющихся движениях.

**Результаты исследования.** Нормирование ручных операций по микроэлементам осуществляется в следующем порядке: определяется состав трудового процесса; трудовой процесс расчленяется на трудовые действия и движения; выделяются соответствующие микроэлементы трудового процесса; с учетом повторяемости и перекрытий по микроэлементным нормативам определяется продолжительность выделенного элемента; продолжительность ручного приема операции получается суммированием нормативов по всем неперекрываемым элементам.

Рассмотрим на примере определение продолжительности приема «надеть торцовый ключ на гайку». Этот прием складывается из двух действий: протянуть руку и взять ключ; переместить руку с ключом к гайке и надеть ключ на гайку. Разбивка каждого из этих действий на микроэлементы и определение их продолжительности приема осуществляется в следующем порядке. Первое действие приема состоит из двух микроэлементов: протянуть руку к ключу (400 мм); взять ключ. Первый элемент состоит из решительного движения, второй — решительного движения кисти рук и

прибавки на проноровительность для элемента «взять» при характере хватки «удобно или с небольшой осторожностью».

Аналогично определяются продолжительности всех остальных микроэлементов.

При таком методе расчета проектируется наиболее рациональная последовательность и состав движений (действий) трудовых приемов\* выполняемых рабочим, Это особенно ценно при установлении норм на вновь проектируемые Технологические вибрации, когда нет возможности провести соответствующие хронометражные исследования. Кроме того, нормы, рассчитанные по микроэлементным нормативам, обладают высокой степенью точности. Поэтому микроэлементное нормирование целесообразно применять в условиях крупносерийного и массового производства.

К недостаткам микроэлементного нормирования относятся значительные сложность и трудоемкость расчета норм.

В последние годы на ручных операциях широко внедряются ЭВМ.

Нормирование труда на вспомогательных работах. Особенность организации обслуживания производства и адекватные им методы установления нормы позволяют разделить вспомогательные работы на три группы [33].

К первой относятся работы ,с устойчиво повторяющимися операциями. Исполнители в основном закреплены за рабочими местами. Эти работы можно планировать и в натуральных, и в трудовых показателях, а также устанавливать нормы обычными методами, применяемыми в основном производстве. К таким работам относятся: изготовление запасных частей, инструмента, планово-предупредительные ремонты. Нормы затрат труда определяются исходя из объема работ, типа производства. Расчет численности обслуживающих производство рабочих осуществляется аналогично расчету основных рабочих по формуле

$$\text{ЧР} = T_{mp} / (\Phi_d K_{вн})$$

где  $T_{mp}$  — трудоемкость соответствующего вида работ;  $\Phi_d$  — действительный фонд рабочего времени одного рабочего;  $K_{вн}$  — процент выполнения норм.

Во вторую группу входят работы, требующие постоянного присутствия одного рабочего на рабочем месте (автомобили, мостовые краны и т. д.). Количество обслуживающих рабочих в данном случае определяется по рабочим местам с учетом коэффициента сменности работы агрегата:

$$\text{ЧР} = NK_{см} / K_{нев}$$

где  $N$  — число рабочих мест;  $K_{см}$  — сменность рабочих мест;  $K_{нев}$  — плановый коэффициент невыхода на работу по уважительным причинам.

К третьей группе относятся работы по обслуживанию производства вероятностного характера, нормирование которых требует применения специальных методов. Это работы по контролю, наладке и подналадке машин, межремонтному обслуживанию обеспечению инструментом и т. д.

В этом случае количество обслуживающих рабочих определяют по нормам обслуживания:

$$ЧР = N / (Нобс K_{см} K_{нев})$$

где  $Нобс$  — норма обслуживания одним рабочим нескольких агрегатов.

Вместе с тем практика определения норм обслуживания имеет существенные недостатки, обусловленные тем, что работы по обслуживанию производства характеризуется неравномерностью их выполнения и периодичностью обслуживания. Практика расстановки обслуживающих рабочих по часам и сменам суток, ориентирующаяся на среднее время занятости при условии равномерной загрузки, приводит к тому, что в часы максимальной потребности в обслуживании (час «пик») не хватает обслуживающих рабочих, а в часы минимальной потребности они простаивают.

При расчете норм обслуживания (нормативов численности) для вероятных работ наиболее эффективен метод теории массового обслуживания, при котором оптимальная численность рабочих находится путем определения минимума затрат на обслуживание и ожидание обслуживания.

Математически задачу можно ^формулировать следующим: образом. Необходимо найти такое количество обслуживающих рабочих  $K_p$ , при котором себестоимость  $C_{ст}$  будет минимальной:  $C_{ст} = f(K_p) = \min$ .

Обслуживающие системы, не имея прямого отношения к выпуску изделий, влияют на объем в зависимости от простоя обслуживающих аппаратов.

При небольшом количестве обслуживающих рабочих заявки на обслуживание будут удовлетворяться не вовремя и не полностью, а при большом количестве обслуживающие рабочие будут простаивать. Следовательно, оптимальная численность обслуживающих рабочих выражается функцией оптимальности:

$$f(K_p) = z_1 + z_2 = \min,$$

где  $z_1$  — потери в системе обслуживания, связанные с простаиванием требований в очереди в единицу обслуживания;  $z_2$  — потери, связанные с простоем обслуживающих рабочих в ожидании заявок на обслуживание.

**Выводы.** Решаемая с помощью экономико-математических методов и ЭВМ предлагаемая формула расчета оптимального количества рабочих, обслуживающих производство, позволяет проводить глубокий анализ их работы, выполнять резервы увеличения выпуска продукции за счет повышения производительности труда.

**Список літератури:** **1.** Акбердин Р.З. Экономическая эффективность восстановления оборудования и резервы ее повышения. / Р.З. Акбердин. – М.: Машиностроение, 1987. – 185 с. **2.** Гончаров В.В. Новые прогрессивные формы организации в промышленности. / В.В. Гончаров – М.: МНИИПУ, 1998. – 175 с. **3.** Епифанова И.Н. Направления технического обслуживания современного производства / И.Н. Епифанова // Современное состояние и перспективы развития гуманитарных наук (социология, социальная психология, менеджмент): Междунар. науч.-практ. конф. – Одесса, 1997. – С. 141-142. **4.** Ивуть Р.Б. Совершенствование управление ремонтным производством на предприятиях машиностроения. / Р.Б. Ивуть – Минск: Наука и техника, 1991. – 247 с. **5.** Колегаев Р.Н. Эффективность работы ремонтной службы предприятия и объединения. / Р.Н. Колегаев, К.И. Мельникова, В.И. Кривоберец. – Киев: Техника, 1976. – 160 с.

Подано до редакції 18.06.2009