

РАБОЧИЙ ТАКТ КАК ОСНОВНОЙ НОРМАТИВ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Г.А. Калинин

Основные концептуальные положения по организации производственных процессов находят свое отражение на стадии проектирования при определении основных организационно-технических параметров многооперационных процессов. При этом первоочередной задачей является определение такта как основного норматива поточного производства.

При традиционном подходе исходят из расчетного такта, определяемого как отношение эффективного фонда времени работы линии за определенный плановый период к производственной программе запуска в натуральном выражении за тот же период. «Такт является функцией заданной программы выпуска и существенно влияет на выбор технологического процесса, оборудования, оснастки, транспортных средств и т.д.» [1, с. 147]. На стадии проектирования при заданной производственной программе расчетный такт применяется в качестве исходного норматива.

Принципиальным является применение в качестве основного норматива не расчетного, а нормативного рабочего такта, определяемого по максимальному отношению норм штучного времени к количеству единиц оборудования на операциях поточной линии. При таком подходе такт является функцией нормы труда.

Расчетный такт прочно вошел в теорию организации производства, однако в реальном производстве он практически не применяется. Ученые давно обратили внимание на это обстоятельство. Например, И.М. Ткалин считает, что «...при некотором фиксированном технологическом процессе изготовления изделия, когда каждая операция имеет свою вполне определенную продолжительность, подбирается такой максимальный такт выпуска продукции r_{max} , который является наибольшим делителем к штучным временам на каждой операции. Этот такт и соответствует минимальной программе выпуска изделий (N_{min}), при которой будет обеспечена пропорциональность: $N_{min} = F/r_{max}$. Пропорциональность будет обеспечена и при всех других

значениях N , кратных N_{min} . Однако на практике использование этого метода достижения пропорциональности фактически исключается, ибо размер выпуска продукции как директивный показатель работы предприятия устанавливается вышестоящим органом на основе потребностей общества в данном продукте и имеющихся ресурсов. Вероятность того, что он окажется равным или кратным минимально необходимому, ничтожно мала» [2, с. 16].

О.И. Непорент ввел понятие «главной» операции, которая определяет рабочий такт линии. «Таким образом, — пишет он, — при «синхронизации» движения вместе с «перерывом» работы «рабочего места» происходит и пролеживание. Пребывание каждой единицы в операции до момента начала следующей продолжается не в течение длительности самой операции (t_m), что свойственно ранее приведенным формулам параллельной организации движения, а в течение длительности «главной» операции (t_{gl})» [3, с. 228].

Нетрудно заметить, что под длительностью «главной» операции понимается не что иное, как рабочий такт, только при этом рассматривается частный случай. Далее эта мысль проводится еще более утвердительно: «Следует заметить, что ритмичность в параллельном виде движения определяется «главной» операцией. Этим самым еще раз подтверждается особая роль «главной» операции в организации движения параллельного вида.» [3, с. 316].

Особого внимания заслуживает понятие частного такта на многопредметных поточных линиях. В теории известны три основных способа расчета частного такта: 1) через неизменное число рабочих мест на линии и трудоемкость обработки; 2) путем приведения программы к условному объекту; 3) путем распределения общего реального фонда времени работы линии по объектам обработки пропорционально трудоемкости программных заданий [4, с. 86]. Эти способы позволяют определить расчетные частные такты для различных предметов труда, закрепленных за многопредметной поточной линией.

Еще в 1956 году А.И. Неймарк в работе «Некоторые вопросы теории и расчета поточных линий в машиностроении и приборостроении» писал: «По каждой i -ой операции обработки данного A -го наименования детали определяется свое значение отношения длительности операции t_{Ai} к установленному по этой операции числу станков C_i . Пусть максимально из этих значений для A -го предмета $\left(\frac{t_{Ai}}{C_i}\right) \max$, а для m' -ого предмета соответственно $\left(\frac{t_{m'i}}{C_i}\right) \max$.

Поэтому первое требование выражается

$$\text{так: } r_a \geq \left(\frac{t_{Ai}}{C_i}\right) \max.$$

$$r_B \geq \left(\frac{t_{Bi}}{C_i}\right) \max; \dots r_m \geq \left(\frac{t_{m'i}}{C_i}\right) \max,$$

где: $r_A, r_B, r_{m'}$ – частные ритмы выпуска на линии соответствующих наименований деталей» [5, с. 64].

Если применить сложившуюся на сегодняшний день терминологию, то А.И. Неймарк по существу рассматривает здесь частные рабочие такты на многопредметной поточной линии.

Учитывая, что при запуске деталей определенного наименования многопредметная поточная линия работает как однопредметная, рабочий такт ее при этом зависит от норм штучного времени по данной детали и сложившейся производственной структуры поточной линии.

Так, при запуске деталей j -го наименования частный рабочий такт можно рассчитать по формуле:

$$r_j = \left(\frac{t_{ij}}{C_i}\right) \max,$$

где: $\left(\frac{t_{ij}}{C_i}\right) \max$ – максимальное отношение нормы штучного времени на i -й операции при изготовлении j -й детали к количеству единиц оборудования на этой операции. Это число выбирается из всех операций процесса изготовления деталей определенного наименования.

Применительно к поточному производству представляется необходимым различать: *расчетный такт*, *нормативный рабочий такт* и *принятый рабочий такт* поточной линии.

Расчетный такт является величиной условной, так как он изначально не согласуется с производительностью рабочих мест на поточной линии. И только в частном случае он может совпадать с рабочим тактом и принимать реальное значение. Тем не менее расчетный такт правомерно применять для определения количества единиц оборудования на операциях распределительного конвейера и прямоточной линии, а также для определения количества рабочих на сборочном конвейере. При этом исходят из жестко установленных эффективного фонда времени работы и производственной программы. Однако расчет других организационно-технических параметров, а также экономических показателей свидетельствует о том, что при этом потенциальные возможности поточной линии искажаются и расчетный такт не может быть принят в качестве норматива, определяющего регламент ее работы.

В качестве нормативного такта мы предлагаем принять интервал времени, через который периодически осуществляется выпуск изделий на операции, имеющей стопроцентную загрузку. Как отмечалось выше, он определяется как максимальное значение отношения нормы штучного времени к количеству единиц оборудования из всех операций процесса. Нормативный рабочий такт определяет регламент функционирования непрерывно-поточной или прямоточной линии исходя из научно обоснованных норм времени, и не зависит ни от производственной программы, ни от фонда времени работы, а зависит только от соотношения норм штучного времени и количества единиц оборудования на операциях.

В табл. 1 сопоставляются организационно-технические параметры однопредметной поточной линии, полученные по расчетному такту и нормативному рабочему такту.

Определение организационно-технических параметров поточной линии по расчетному такту осуществлялось в соответствии с общепринятой методикой. Расчет по рабочему такту осуществляется аналогично и показывает полный потенциал поточной линии: средний коэффициент загрузки -0,86, одна операция загружена на 100%, а по расчетному такту средний коэффициент загрузки -0,64, и все операции недогружены.

Условные обозначения, принятые в табл. 1: $F_{см}$ – продолжительность рабочей смены, час; $N_{см}$ – сменная программа запуска, час; t_i – норма штучного времени на i -ой операции, мин;

РАБОЧИЙ ТАКТ КАК НОРМАТИВ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

C_{pi} – расчетное число единиц оборудования на i -ой операции; C_{npi} – принятое число единиц оборудования на i -ой операции; K_{zi} – коэффициент загрузки i -ой операции;

\bar{K}_3 – средний коэффициент загрузки линии; $\bar{c}_{расч}$ – расчетный такт поточной линии; $\bar{c}_{раб.}$ – рабочий такт поточной линии.

Таблица 1

Организационно-технические параметры однопредметной поточной линии (пример)

| Исходные данные | | | | |
|---------------------|------|----------------|------|------|
| № операции | 1 | 2 | 3 | 4 |
| t_i , мин | 3,0 | 3,2 | 2,8 | 1,8 |
| $N_{см}$, шт. | 200 | $F_{см}$, час | | 8 |
| По расчетному такту | | | | |
| № операции | 1 | 2 | 3 | 4 |
| C_{pi} | 1,25 | 1,33 | 1,17 | 0,75 |
| C_{npi} | 2 | 2 | 2 | 1 |
| K_{zi} | 0,63 | 0,67 | 0,59 | 0,75 |
| $\bar{c}_{расч}$ | 2,4 | \bar{K}_3 | | 0,64 |
| По рабочему такту | | | | |
| C_{npi} | 2 | 2 | 2 | 1 |
| t_i / C_{npi} | 1,5 | 1,6 | 1,4 | 1,8 |
| K_{zi} | 0,83 | 0,9 | 0,78 | 1,0 |
| $\bar{c}_{раб}$ | 1,8 | \bar{K}_3 | | 0,86 |

Принятый рабочий такт – это такт, с которым фактически работает поточная линия в определенный период времени. Он может совпадать с нормативным. Однако, как показывает опыт, принятый рабочий такт устанавливается исходя из сложившейся производственной ситуации. На конвейерных поточных линиях он регламентируется скоростью конвейера, которая при необходимости может быть изменена в определенном интервале. На прямооточных линиях такт определяется работой на самой непроизводительной операции и может быть изменен за счет интенсификации труда, что также имеет место в реальном производстве.

От того, какой такт принят при функционировании поточной линии, зависит, по какому принципу организован производственный процесс.

Конвейерное производство может быть организовано по двум взаимоисключающим принципам: 1) «конвейер управляет рабочими»; 2) «рабочие управляют конвейером».

Первый принцип реализуется на поточной линии, когда принятый рабочий такт не соответствует нормативному и может быть

изменен по причинам, не зависящим от рабочих. Другими словами, регламент работы рабочих диктуется конвейером – «конвейер управляет рабочими». Сегодня, как и раньше, конвейер работает в соответствии с этим принципом, потому что невозможно вдруг изменить десятилетиями сложившиеся подходы к организации конвейерного производства. На практике укоренилось мнение, что такт поточной линии, а следовательно, скорость конвейера можно изменять в зависимости от производственной программы, заданной на тот или иной календарный период. Поэтому отставания от задания в предыдущие смены компенсируют за счет увеличения скорости конвейера в последующие смены, что приводит к повышению напряженности труда и, как следствие, к утомляемости рабочих и производственному браку.

Принцип «рабочие управляют конвейером» может быть реализован при работе с нормативным рабочим тактом. Это значит, что скорость конвейера, а следовательно, и напряженность труда регламентируются нормами труда рабочих. Такт не может быть меньше научно обоснованной нормы времени.

Следовательно, такт потока не зависит ни от производственной программы, ни от фактически отработанного времени. Из дня в день, из смены в смену он остается неизменным, как остается постоянной и напряженность труда. Таким образом, такт и скорость конвейера регламентируются научно обоснованными нормами труда рабочих на операциях конвейера – «рабочие управляют конвейером». Мы здесь применяем этот принцип в том смысле, что рабочий опосредствованно «управляет» конвейером, либо скорость конвейера устанавливается исходя из требований рациональной организации труда рабочих.

Оценивая возможности рациональной организации поточного производства в современных условиях, необходимо учитывать, что отечественное машиностроение массового и крупносерийного производства создавалось в условиях административно-плановой экономики на основе классического конвейера. С течением времени такие производственные системы совершенствовались в техническом и организационном отношении. Однако и сегодня сборочный конвейер принципиально остается таким же, с его преимуществами и недостатками.

Мировой практике известны новые формы организации производственных процессов, которые пришли на смену классическому

сборочному конвейеру и направлены на устранение отрицательных социальных последствий непрерывнопоточного производства. Поэтому при создании новых производств необходимо учитывать достижения в этой области. Но заменить действующие на отечественных предприятиях конвейерные системы на более совершенные сегодня не представляется возможным, поскольку это потребовало бы огромных капитальных вложений. Кроме того, на предприятиях адаптировались к этим системам на разных производственных уровнях. На данном этапе остается единственный путь – рациональная организация работы конвейера.

Если исходить из того, что в социально ориентированном государстве производственные системы должны обеспечивать сохранение здоровья и работоспособности человека, то необходимо признать, что организация производственных процессов во времени должна базироваться на научно обоснованных нормах труда. Поэтому на предприятиях массового и крупносерийного производства необходимо пересмотреть устаревшие и разработать научно обоснованные оперативные нормы времени. Это позволит определять нормативный рабочий такт и на его основе организовывать рациональную работу на поточных линиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент): Учебник / К.А.Грачева, М.К.Захарова, Л.А.Одинцова и др.; Под ред. Ю.В.Скворцова, Л.А.Некрасова. М.: Высш. шк., 2003.
2. *Ткалин, Ч.М.* Прогрессивные формы поточного производства. Л.: Машиностроение (Ленинградское отделение), 1999.
3. *Непорент, О.И.* Технические основы календарного движения производства / Под ред. И.З. Ершина и А.А. Вейсман. М.; Л.: Гос. изд-во «Стандартизация и рационализация», 1933.
4. *Разумов, И.М., Шухгальтер, Л.Я., Летенко, В.А.* и др. Организация и планирование машиностроительного производства: Учебник для студентов машиностроительных специальностей высших учебных заведений. М.: Машиностроение, 1967.
5. *Неймарк, А.И.* Некоторые вопросы теории и расчета поточных линий в машиностроении и приборостроении / Труды Ленинградского института авиационного приборостроения Выпуск XVI. Л., 1965.

РЕЗЮМЕ

Приведены взгляды ряда известных ученых на основной норматив поточного производства – такт поточной линии. Предлагается различать: расчетный такт, нормативный рабочий такт и принятый рабочий такт поточной линии. Показано на примере, что расчетный такт как функцию производственной программы неправомерно применять в качестве норматива для регламентирования работы поточной линии. Предлагается регламентировать

работу поточной линии в соответствии с нормативным рабочим тактом как функцией научно обоснованной нормы труда. Это позволит реализовать на промышленных предприятиях один из основных принципов рациональной организации производственных процессов в условиях социально ориентированного государства – принцип соответствия организации производственного процесса требованиям сохранения здоровья участвующих в нем рабочих.

SUMMARY

The author quotes opinions of several noted scientists about the stroke as main standard of mass line production. To distinguish among concepts of the calculation stroke, the normative working stroke and the adopted working stroke have been proposed. The example illustrates that calculation stroke as function of the production program is not due to apply as a standard for regulation of conveyer production line. It is suggested to regulate the work of conveyer production line in compliance with the normative working stroke in the function of the science-based work norm. That suggestion allows to realize one of the main principles of efficient production process organization in the socially oriented state – the principle of the production process organization meeting the requirement of the workers health protection.

* Статья поступила в редакцию 05 февраля 2007 г.