

УДК 621+658.5

Длительность сборочных операций с учетом физиологии рабочих

Седых Михаил Иванович

sedykhmi@mail.ru

SPIN-код: 3654-5004

Балыков Павел Алексеевич

balyckoff.p@yandex.ru

МГТУ «СТАНКИН», Москва, Россия

Аннотация. Предложено при расчете времени выполнения слесарно-сборочных операций учитывать циклические биоритмы слесарей-сборщиков, такие как динамику работоспособности человека в течение рабочего дня, колебания работоспособности человека в течение недели и времени года. В основном слесарно-сборочные работы особенно в серийном производстве выполняются вручную с использованием механических устройств, поэтому на длительность операций будет влиять самочувствие и производительность слесаря-сборщика. Это позволит точнее определять производительность на лимитирующих сборочных местах при сборке изделий и сборочного участка в целом.

Ключевые слова: сборка, длительность операций, производительность сборщиков, физиология рабочих, равномерность загрузки сборщиков

Duration of assembly operations, taking into account the physiology of workers

Sedykh Mikhail Ivan Ivanovich

sedykhmi@mail.ru

SPIN-code: 3654-5004

Balikov Pavel Alekseevich

balyckoff.p@yandex.ru

MSTU STANKIN, Moscow, Russia

Abstract. It is proposed to take into account cyclic biorhythms of assembly fitters, such as the dynamics of human performance during the working day, fluctuations in human performance during the week and time of year, when calculating the time of locksmith and assembly operations. Basically, locksmith and assembly work, especially in mass production, is performed manually using mechanical devices, so the duration of operations will be influenced by the well-being and productivity of the assembler. This will make it possible to more accurately determine the performance at the limiting assembly sites during the assembly of products and the assembly area as a whole.

Keywords: assembly, duration of operations, productivity of assemblers, physiology of workers, uniformity of loading of assemblers

Введение. Сборка — завершающая стадия производства машин. От качества сборки зависят основные показатели качества машин — надежность и долговечность. В свою очередь качество сборки и ее трудоемкость зависит от правильности проектирования и организации технологического процесса [1]. На

сборку машины приходится 10–60 % общей трудоемкости ее изготовления. Сборочные работы требуют значительной затраты физической сил сборщиков [2]. В процесс сборки входят такие виды работ: подготовительные, пригоночные, регулировочные, контрольные, испытания, окрасочные, транспортные и собственно сборочные. С уменьшением серийности сборки доля вспомогательных работ в общей сборке увеличивается, а в некоторых случаях превосходит непосредственно сборочные. Как правило, вспомогательные работы производятся вручную слесарями-сборщиками с использованием средств механизации. Правильно распределенная работа, нагрузка и сменяемость видов выполняемых работ слесарями-сборщиками позволяет уменьшить их утомляемость и соответственно повысить производительность и качество сборки.

Материалы и методы. Современные машиностроительные предприятия для поддержания своей конкурентоспособности должны выпускать не только качественную продукцию по меньшей цене, чем у конкурентов, но и поставлять точно в срок заказанный потребителем объем продукции с минимальным временным интервалом от момента заказа до поставки заказчику. Решить это можно с помощью правильной организации технологических и производственных процессов. Одним из важных показателей и инструментов является время технологических операций. Нормирование и определение трудоемкости сборочных работ осуществляется по формулам и нормативам времени на слесарно-сборочные работы, например по общемашиностроительным нормативам времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочным работам по сборке машин и приборов в условиях массового, крупносерийного и среднесерийного типов производства [3], но при этом учитывают форму организации труда на рабочем месте и требования НОТ [4].

Выбор метода нормирования определяется программой выпуска продукции, повторяемостью технологических операций. Чем больше повторяемость операции, тем точнее должны быть рассчитаны элементы технологического процесса, организации труда, производства и управления. В единичном и серийном производстве используются укрупненные методы нормирования: расчетно-аналитический и опытно-статистический [4].

Расчетно-аналитический метод основан на детальном анализе рабочего места, технологических, производственных процессов и др. Анализ литературы показал, что поэтапной методики расчетно-аналитического метода нет, даются лишь рекомендации.

Опытно-статистический метод основан на использовании опыта, знаний и интуиции нормировщика. Фотография рабочего места, хронометраж которые, как правило, в этом случае будут использовать нормировщик могут не дать нужного эффекта, так как как показывает опыт и общение с сборщиками они начинают медленнее выполнять свою работу. Кроме того, влияет человеческий фактор — физиология: время работы (первая, вторая, третья смена), время года, день недели, самочувствие сборщика, его утомляемость и т. д.,

также при смене выполняемой работы сборщика будет оказывать влияние — разряд сборщика, возраст, пол и т. д.

Работы в этой области начались еще в прошлом столетии. На каждого человека влияют циклические биоритмы. В работе [5] представлены результаты научных исследований ученых медиков рис. 1–3.

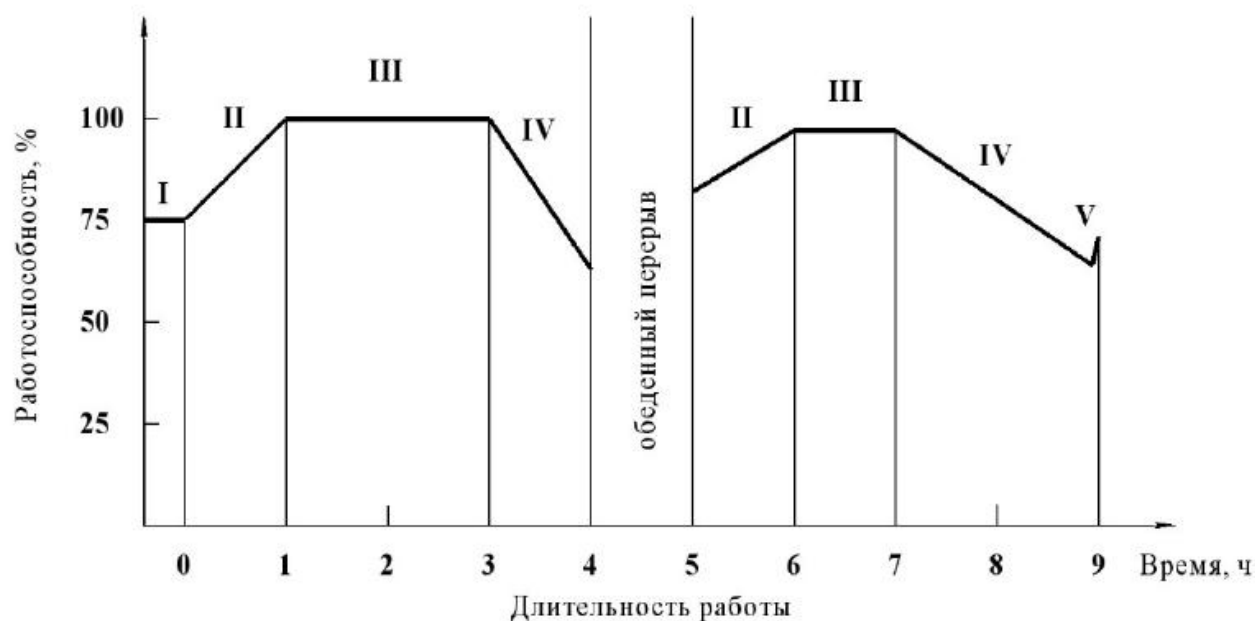


Рис. 1. Динамика работоспособности человека в течение рабочего дня:

I — предрабочее состояние (фаза мобилизации); II — период встраиваемости; III — период высокой работоспособности; IV — период снижения работоспособности; V — период конечного порыва

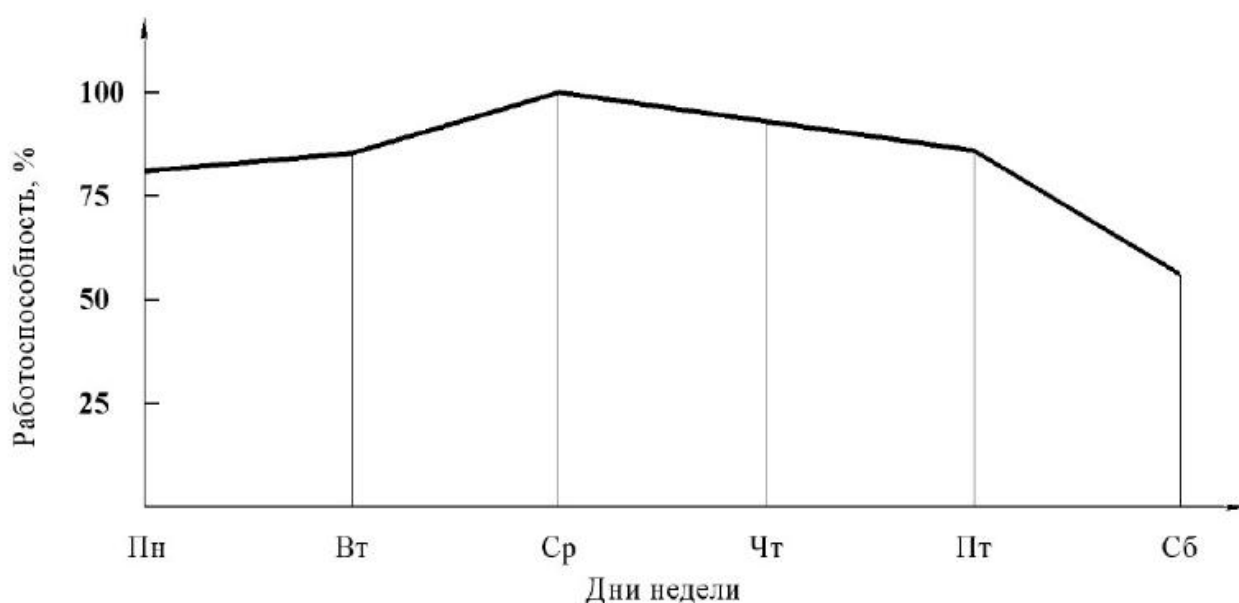


Рис. 2. Колебания работоспособности в течение недели

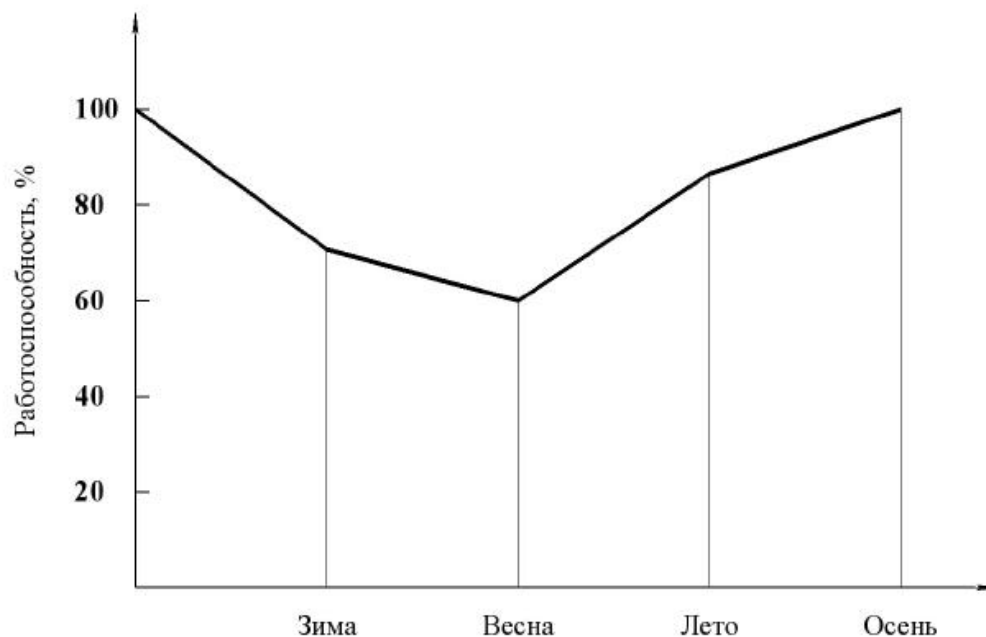


Рис. 3. Зависимость физиологической работоспособности от времени года

Таким образом, при составлении расписания загрузки слесарей-сборщиков нормировщикам необходимо учитывать эти циклические показатели. Особое внимание следует уделять лимитирующим (максимальным по времени) операциям, которые влияют на производительность всей цепочки сборки изделий.

Результаты. В рамках данной статьи проводились исследования на сборочном участке по сборке конденсаторов среднесерийного типа производства. Планировка участка представлена на рис. 4.

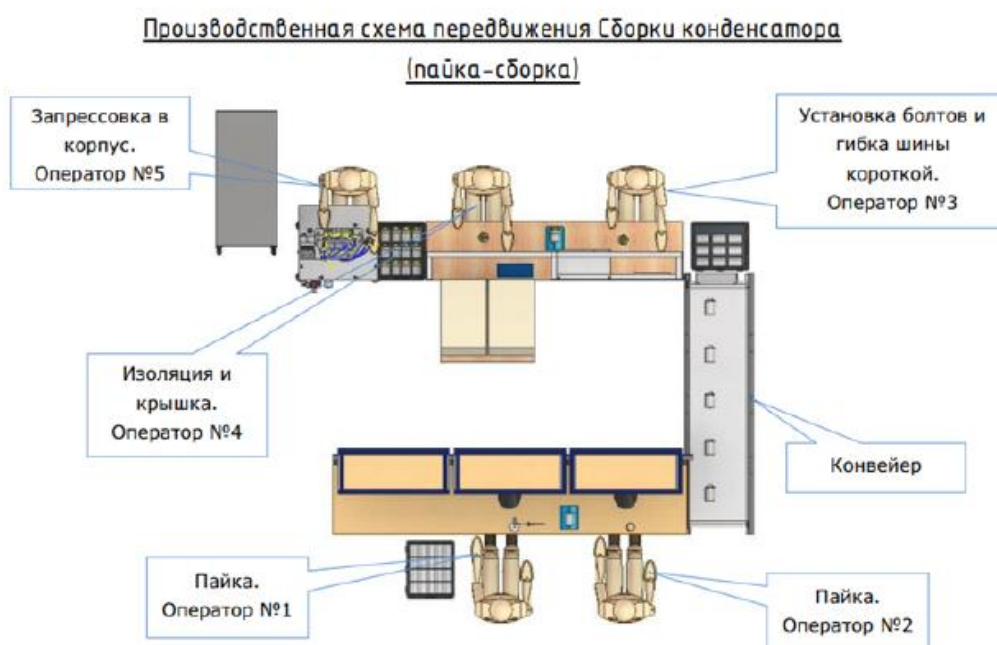


Рис. 4. Планировка участка по сборке конденсаторов

В табл. 1 представлено содержание переходов и штучное время на сборочные операции, производимые каждым оператором.

Таблица 1

Длительность и содержание выполняемых операций сборщиками

Оператор	Содержание операций	$T_{шт}, c$
№ 1	1. Установка подставок и комплектующих для пайки конденсаторных секций 2. Установка секции на подставку 3. Пайка шины короткой к секции 4. Передача спаянной секции с короткой шиной оператору № 2	17
№ 2	5. Установка секции на приспособление 6. Пайка шины длинной к секции 7. Передача спаянной секции на конвейер	14
№ 3	8. Гибка шины короткой и накручивание болтов	12
№ 4	9. Установка изоляции ПЭТФ и крышки	25
№ 5	10. Установка конденсатора в корпус и запрессовка	18

Таблица 2

Плановая и фактическая производительность участка по сборке конденсаторов

Время работы, ч	План, шт.	Факт, шт.	Отклонение, шт.	Простой, мин	Причины простоя
7:00-7:55 (7:55-8:00 перерыв)	120 120	102 102	-18 -18	10 10	Задержка в доставке пустой тары для готовой продукции оператору № 5
8:00-8:55 (8:55-9:00 перерыв)	20 240	23 225	+3 -15		—
9:00-9:55 (9:55-10:00 перерыв)	120 360	101 326	-19 -34	10 20	Задержка в доставке комплектующих оператору № 1
10:00-10:55 (10:55-11:00 перерыв)	120 480	126 452	+6 -28		—
11:00-12:00 (12:00-12:30 обед)	120 600	134 586	+14 -14		—

Окончание табл. 2

**Плановая и фактическая производительность участка
по сборке конденсаторов**

Время работы, ч	План, шт.	Факт, шт.	Откло- нение, шт.	Простой, мин	Причины простоя
12:30–13:25 (13:25–13:30 перерыв)	120 720	105 691	–15 –29	15 35	Задержка в доставке пустой тары для готовой продукции оператору №5
13:30–14:25 (14:25–14:30 перерыв)	80 800	109 800	+29 0		–
14:30–15:30					–
Итого	800 800	800 800			–

Результаты экспериментальных исследований работы участка по сборке конденсаторов представлены в табл. 2. Все сборочное оборудование было исправно, сборщики соблюдали время работы, перерывов и обеда. Задержки в доставке тары с комплектующими и для готовой продукции указаны в табл. 2.

Заложенный нормировщиком такт выпуска конденсаторов (производительность) на участке сборки 120 шт/час. Если учитывать максимальное время операции $T_{шт,оп.№4} = 25$ с, то производительность участка 132 шт/ч. Нормировщиком сделан небольшой запас по времени учитывающий опоздания сборщиков к своим рабочим местам после перерывов, настройку на работу и т. д.

Заключение. Данные, полученные из экспериментальных исследований работы участка по сборке конденсаторов показали, что каждый час выход с участка готовой продукции не соответствует поставленному плану. Даже при всем необходимом обеспечении для выполнения сборочных операций максимальной производительности сборочного участка 132 шт/час не достигалась (интервалы времени 10:00–10:55 и 11:00–12:00). Предположено, что из-за коротких операций по сборке и большой интенсивности манипуляций выполняющих сборщиками они уставали, поэтому ближе к окончанию часа работы сборщики выполняли операции с меньшей скоростью. В дальнейшем можно произвести более детальную раскладку работы сборочного участка, а именно оценивать производительность на лимитирующей по времени операции, собирать данные в зависимости от времени суток, дня недели и времени года.

Список источников

- [1] Ковалевский В.И., Ковалевский С.В., Шевцов Ю.Д. *Обеспечение точности сборки при производстве и ремонте машин*. Москва, Инфа-Инженерия, 2022, 252 с.
- [2] Гусев А.А., Ковальчук Е.Р., Колесов И.М. *Технология машиностроения (специальная часть)*. Москва, Машиностроение, 1986, 480 с.
- [3] *Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочные работы по сборке машин и приборов в условиях массового, крупносерийного и среднесерийного типов производств*. Москва, Экономика, 1991, 159 с.
- [4] Силантьева Н.А., Малиновский В.Р. *Техническое нормирование труда в машиностроении*. Москва, Машиностроение, 1990, 256 с.
- [5] Алексеев С.В., Усенко С.В. *Гигиена труда*. Москва, Медицина, 1988, 575 с.