

В. М. Борисов, С. В. Борисов

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ КОМПРЕССОРОВ

*Ключевые слова: сборка компрессоров, варианты технологических процессов, оценка качества.**Рассмотрены организационные формы сборки компрессоров. Приводится методика оценки качества технологических процессов сборки компрессоров по основным его показателям. Предложены формулы для расчета этих показателей.**Keywords: assembly compressors options processes, quality assessment.**The organizational mold assembly compressors. The methods for assessing the quality of the assembly process compressors for its main indicators. The formulas for calculating these indicators.*

Известно, что стадия сборки в производственном процессе изготовления машин и механизмов имеет весьма большое значение. В процессе сборки выявляются дефект предшествующих технологических процессов (заготовительных, механической обработки) и их операций, а также может быть оценена рациональность компоновки и технологичность конструкции.

Производство компрессоров индивидуальное или мелкосерийное. При этом организационными формами сборки могут быть непоточная неподвижная, поточная неподвижная, поточно-узловая и предметно-узловая.

При непоточной неподвижной сборке собираемый объект остается в продолжение всего процесса сборки на одном рабочем месте или сборочном стенде. Все сборочные единицы и детали подаются на место сборки. Рабочие (бригада) приходят на рабочее место к собираемому объекту и ведет его сборку. Такая сборка называется еще и бригадной.

При поточной неподвижной сборке (операционной) все собираемые объекты остаются на рабочих местах или стендах в течение всего процесса сборки. Рабочие (бригада) по звуковому или световому сигналу все одновременно переходят от одних собираемых объектов к следующим через периоды времени, равные такту. Каждый из рабочих (или каждая бригада) выполняет закрепленную за ним (бригадой) одну и ту же операцию на каждом из собираемых объектов.

Разновидностями поточной сборки являются поточно-узловая, при которой узловая и окончательная сборка производится на линиях в одном цехе, и предметно-узловая, при которой узловая и окончательная сборка производятся в соответствующих цехах.

Проблема повышения качества, надежности и ресурса компрессоров должна решаться комплексно на стадиях проектирования, производства и эксплуатации. Обеспечение на стадиях производства компрессоров заявляемых при их проектировании высоких значений выходных параметров во многом зависит от качества сборки [1-3].

При оценке качества технологического процесса сборки следует учитывать два принципа: технический и экономический. Технический принцип предусматривает обеспечение выполнения всех требований рабочих чертежей деталей, сборочных чер-

тежей изделия и его составных частей. По экономическому принципу сборка должна выполняться с минимальными затратами труда и издержками производства, при наименьшей себестоимости производства изделий.

Нами разработана методика оценки качества технологического процесса сборки компрессоров с учетом рекомендаций М.П.Новикова [4] и М.А.Тамаркина [5].

В качестве основных показателей технологического процесса сборки компрессоров приняты: трудоемкость сборки, технологическая себестоимость сборки, производительность сборочного рабочего места, коэффициент загрузки рабочего места, коэффициент трудоемкости сборки, коэффициент себестоимости сборки, коэффициент оснащенности технологического процесса сборки, коэффициент пригоночных работ, коэффициент повторных разборок и сборок, показатель уровня автоматизации процесса сборки, коэффициент качества сборочного процесса.

Трудоемкость сборки:

$$T = \sum_{i=1}^n T_{шт}$$

где n - количество операций узловой и окончательной сборки, $T_{шт}$ - трудоемкость сборочной операции.

Этот показатель может быть определен отдельно для узловой и окончательной сборки.

Технологическая себестоимость операций узловой и окончательной сборки:

$$C_n = \sum_{i=1}^n T_{шт.у} Z_y + T_{шт.о} Z_o + T_{шт.п} Z_p + T_{шт.р} Z_r + \\ + \sum_{i=1}^{n_1} C_{мин.об} T_{шт} + \sum_{i=1}^{n_2} T_{п.з} Z_n + \frac{100(K_a + K_z)C_{осн}}{N},$$

где $T_{шт.у}$, $T_{шт.а}$, $T_{шт.п}$, $T_{шт.р}$ - время узловой и окончательной сборки, пригонки и регулирования; Z_y , Z_o , Z_p , Z_r - минутная заработная плата рабочего на соответствующих операциях; $C_{мин.об}$ - стоимость одной минуты работы оборудования; $T_{п.з}$ - подготовительно-заключительное время, отнесенное к одному изделию на одну операцию; Z_n -

минутная заработная плата одного наладчика; K_a и K_g - коэффициенты амортизации и эксплуатации сборочной оснастки ($K_a=0,2\dots0,5$; $K_g=0,2$); $C_{осн}$ - стоимость всей сборочной оснастки; N - годовой выпуск изделий; n - число сборочных операций; n_1 - число единиц сборочного оборудования; n_2 - число переналаживаемых сборочных операций.

Производительность сборочного рабочего места:

$$Q = \Phi_p B / T_{шт},$$

где Φ_p - фонд рабочего времени, к которому отнесена производительность, мин; B - количество рабочих на рабочем месте.

Коэффициент загрузки рабочего места:

$$K_{заг} = T_{шт} / (T_d B),$$

где $T_{шт}$ - штучное время на операцию, мин; T_d - действительный темп сборки, мин/шт; B - количество рабочих на сборочном рабочем месте.

Коэффициент загрузки сборочной линии:

$$K_{заг.л} = T_{сб} / T_{дет},$$

где $T_{сб}$ - коэффициент загрузки рабочего места; $T_{дет}$ - число рабочих мест на сборочной линии.

Коэффициент трудоемкости сборки:

$$K_{тр.сб} = T_{сб} / T_{дет},$$

где $T_{сб}$ - трудоемкость сборки изделия или сборочной единицы; $T_{дет}$ - трудоемкость изготовления всех деталей, входящих в изделие или сборочную единицу.

Коэффициент себестоимости сборки:

$$K_{себ.сб} = C_{сб} / C_{изд},$$

где $C_{сб}$ - себестоимость сборки изделия (сборочной единицы); $C_{изд}$ - себестоимость изделия (сборочной единицы) в целом, включая и себестоимость сборки.

Коэффициент оснащенности технологического процесса сборки:

$$K_{осн} = K_{пр} / n,$$

где $K_{пр}$ - число сборочных приспособлений; n - число операций сборки.

Коэффициент пригоночных работ:

$$K_{пр} = T_{пр} / T_{сс},$$

где $T_{пр}$ - трудоемкость пригоночных операций; $T_{сс}$ - трудоемкость собственно сборочных операций.

Коэффициент повторных разборок и сборки:

$$K_{пов} = T_{пов} / T_{сс},$$

где $T_{пов}$ - трудоемкость операций по повторной разборке и сборке, вызванные конструкцией изделия.

Показатель уровня автоматизации процесса сборки:

$$K_{авт} = T_{авт} / T_{сб},$$

где $T_{авт}$ - трудоемкость сборки на автоматизированных операциях; $T_{сб}$ - трудоемкость сборки изделия на всех операциях.

Коэффициент качества сборочного процесса:

$$K_{кач.сб} = (T_{сб} + T_p + T_{шт}) / T_{сб},$$

где $T_{сб}$ - трудоемкость собственно сборочных операций (простое сочленение деталей без пригонок и регулирования); T_p - трудоемкость операций по нормальному регулированию сопряжений (перемещение, поворот деталей), без пригонки, повторной разборки и сборки; $T_{шт}$ - трудоемкость операций по нормальному регулированию сопряжений с последующей штифтовкой без разборки.

Предложенная методика оценки качества технологических процессов сборки компрессоров была нами применена при отработке изделий на технологичность, проводимой по плану совместных работ КНИТУ (КГТУ, КХТИ), Казанского компрессорного завода и СКБ-ТХМ (г. Москва).

Литература

1. В.А. Максимов, А.А. Мифтахов, И.Г. Хисамеев, *Вестн. Казан. технол. ун-та*, 1, 104-113 (1998).
2. В.М. Борисов, В.А. Лашков, С.В. Борисов, *Вестн. Казан. технол. ун-та*, **13**, 11, 401-406 (2010).
3. В.М. Борисов, С.В. Борисов, *Вестн. Казан. технол. ун-та*, **15**, 10, 222-225 (2012).
3. М.П. Новиков, *Основы технологии сборки машин и механизмов*. Машиностроение, Москва, 1980. 592 с.
4. М.А. Тамаркин, И.В. Давыдова, Э.Э. Тищенко, *Технология сборочного производства*. Феникс, Ростов на Дону, 2007. 270с.