

УДК 339.173

МЕТОДЫ МИНИМИЗАЦИИ РЕЗЕРВОВ СТРАХОВОГО ЗАПАСА В МАШИНОСТРОЕНИИ С ПОМОЩЬЮ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ

БОРОДАЧ Ю. В.

Алчевск

В отличие от традиционного подхода к управлению запасами формирование страхового запаса производственных ресурсов характеризуется двумя особенностями. Во-первых, традиционно при определении размера страхового запаса фигурирует (в связи с первым замечанием) лишь одна единица измерения запаса – единица измерения потребности в ресурсах. В случае же формирования производственных запасов необходимо дополнительно учитывать расходный коэффициент продукции первого из смежных цехов на продукцию второго.

Во-вторых, традиционно размер страхового запаса определяется на период времени, в течение которого поступление предметов труда (или сборочных единиц) из источника этих ресурсов прекращается полностью.

Хотя на практике (например, в сборочном производстве) чаще возникают ситуации, в которых производительность одного из участков (цехов) предприятия, являющегося источником предметов труда (сборочных единиц) для другого, не сокращается полностью (до нуля), а лишь резко снижается относительно некоторого уровня. Такое, например, возможно, если в первом из двух смежных цехов либо участков (в первой фазе) установлено несколько единиц оборудования, одна из которых находится на ремонте, не согласованном с ремонтами оборудования второго из смежных цехов (участков).

Для выявления организационных резервов повышения эффективности использования оборудования в процессе сборочного производства разработаем математические модели взаимодействия различных фаз машиностроительного производства в детерминированной постановке, которые позволят выявить и количественно оценить набор факторов, влияющих на согласованность работы оборудования, определить размеры текущего (межфазного) производственного запаса, вы-

деляя различные его составляющие, такие как страховая запас; запас на опережение одной фазы производства для обеспечения непрерывного запуска других фаз производства, а также оценить и минимизировать впоследствии размеры незавершенного производства.

Разработанные модели описывают взаимодействия двухфазного производства (рис. 1) и являются базовыми для описания более сложных структур взаимодействий большого числа фаз производства.

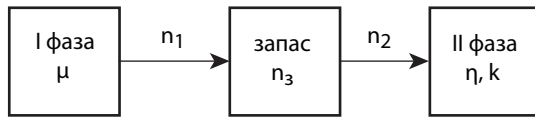


Рис. 1. Структура двухфазного производства

Поскольку степень детерминированности учитываемых факторов организационных резервов повышения эффективности использования оборудования в процессе сборочного производства различная, то для описания взаимодействия двух фаз нами разработаны следующие математические модели:

Модель ДМ1 – детерминированная модель с опережающей производительностью первой фазы.

Модель ДМ2 – детерминированная модель с отстающей производительностью первой фазы.

Введем обозначения:

n_1 – объем производства продукции первой фазы, произведенной с начала производства до текущего момента времени t ;

n_2 – объем потребностей производства в продукции первой фазы на второй фазе с начала производства до текущего момента времени t ;

μ – средняя производительность I фазы производства;

η – средняя производительность II фазы производства

n_3 – средний размер выпуска I фазы для задела работы второй фазы;

k – нормативный коэффициент расхода продукции I фазы на ед. продукции II фазы.

При опережающей производительности I фазы над II фазой выполняется соотношение:

$$k\eta < \mu. \quad (1)$$

Примем, что производственные процессы рассматриваемых фаз характеризуются равномерной скоростью по времени t , а начальной точкой отчета является момент включения в процесс второй фазы. Тогда математическая модель взаимодействия двух фаз будет описываться линейной системой двух уравнений:

$$\begin{cases} n_1 = \mu t + n_3 \\ n_2 = k(\eta t + 1) \end{cases} \quad (2)$$

Для каждого момента времени t можно оценить объемы незавершенного производства по формуле:

$$z = n_1 - n_2 = \mu t + n_3 - k(\eta t + 1), \quad (3)$$

которая после преобразования примет вид:

$$z = \lambda t + C, \quad (4)$$

где $\lambda = \mu - k\eta$, $C = n_3 - k$.

Отметим, что страховой запас продукции первой фазы для обеспечения дальнейшей работы производства на второй фазе является одной из составляющих величины z .

Представим рассматриваемые процессы графически в виде соответствующих прямых:

прямая производства продукции первой фазы

$$L_1 : n_1 = \mu t + n_3; \quad (5)$$

прямая потребностей продукции первой фазы на второй фазе производства

$$L_2 : n_2 = k(\eta t + 1); \quad (6)$$

прямая незавершенного производства

$$L_3 : z = \lambda t + C. \quad (7)$$

При выполнении условия (1) прямая L_1 лежит выше прямой L_2 , а незавершенное производство можно представить заштрихованной областью D между прямыми L_1 и L_2 . Очевидно, одним из резервов повышения эффективности использования оборудования в подобном двухфазном производстве является уменьшение незавершенного производства до объективно необходимого с учетом возможных незапланированных остановок оборудования первой фазы.

Пусть в некоторый момент времени $t = t_c$ произошел сбой в производстве первой фазы, в результате чего производство первой фазы было остановлено на τ ед. времени. В этом случае возможны два варианта развития событий:

а) запас продукции первой фазы, получившийся в результате скопившегося на момент t_c незавершенного производства на промежуточной стадии между I и II фазами, оказался достаточным для бесперебойной работы производства на второй фазе;

б) запас продукции первой фазы на момент t_c оказался недостаточным для бесперебойной работы производства на второй фазе, в результате чего в некоторый момент t_1 производство во второй фазе также получило сбой.

Определим величину страхового запаса продукции первой фазы, при которой сбой производства в первой фазе не приведет к сбою производства во второй фазе (т. е. ситуация будет развиваться по схеме а) из условия, что к моменту времени $t_c + \tau$ объем произведенной продукции в первой фазе будет не меньше потребности этой же продукции в этот же момент для второй фазы. Следовательно, должно выполняться неравенство $n_1(t_c) - n_2(t_c + \tau) \geq 0$, откуда с учетом уравнений (2) получаем условие бесперебойности работы предприятия во второй фазе при сбое первой фазы:

$$\mu t_c + n_3 - k(\eta(t_c + \tau) + 1) \geq 0. \quad (8)$$

Отсюда получим оценку величины n_3 , от которой зависит развитие ситуации либо по схеме а, либо по схеме б):

$$n_3 \geq k(\eta(t_c + \tau) + 1) - \mu t_c. \quad (9)$$

Преобразуем:

$$n_3 \geq t_c(k\eta - \mu) + k\eta\tau + k. \quad (10)$$

Примем, что сбой может произойти в любой момент времени $t_c \in [0, T]$. Тогда величину n_3 можно опре-

делить так: при любом моменте t_c в самом худшем для производства случае производство второй фазы не пострадало. Для этого найдем такой момент t_c , при котором правая часть неравенства (10) была максимальной. Из условия (1) вытекает, что $k\eta - \mu < 0$. Следовательно, правая часть неравенства (10) является убывающей функцией времени t_c , а значит, наибольшее значение она примет при $t_c = 0$. Получим неравенство

$$n_3 \geq k\eta\tau + k, \quad (11)$$

которое позволяет определить оптимальный страховой запас продукции

$$Z_{ср} = n_3 - k = k\eta\tau. \quad (12)$$

Для получения такого запаса необходим задел продукции первой фазы в момент $t = 0$ в размере

$$n_3 = k + k\eta\tau. \quad (13)$$

При отстающей производительности первой фазы имеет место соотношение параметров

$$k\eta > \mu. \quad (14)$$

Система уравнений данной модели, имеющая вид тот же вид, что и для первой модели (2). В процессе взаимодействия двух фаз наступает такой момент t^* , с которого происходит недостаток продукции I фазы для производства продукции II фазы. Объемы незавершенного производства с увеличением времени t сужаются до критической точки. Решив систему (2), получим критическую точку

$$t^* = \frac{n_3 - k}{k\eta - \mu}. \quad (15)$$

Для непрерывности производства II фазы должно выполняться условие $t^* \geq T$, в результате чего находим ограничение на n_3 :

$$n_3 \geq (k\eta - \mu) \cdot T + k. \quad (16)$$

Далее произведем расчет страхового запаса $Z_{ср}$.

В этом случае момент t^* наступает раньше. В таком случае, начиная с момента $t_c + \tau$, задача моделируется другой системой, в которой первое уравнение является уравнением прямой, проходящей через точку $C(t_c + \tau, \mu t_c + n_3)$ параллельно прямой L_1 :

$$\begin{cases} n_1 = \mu(t - \tau) + n_3 \\ n_2 = k(\eta t + 1) \end{cases}. \quad (17)$$

Решая эту систему, получим скорректированную точку

$$t^* = \frac{n_3 - k - \mu\tau}{k\eta - \mu}. \quad (18)$$

Тогда условие непрерывности производства II фазы даст следующее оптимальное значение начального задела производства первой фазы:

$$n_3 = (k\eta - \mu) \cdot T + k + \mu\tau \quad (19)$$

и оптимальный страховой запас этой продукции

$$Z_{ср} = n_3 - k = (k\eta - \mu) \cdot T + \mu\tau. \quad (20)$$

Таким образом, можно сделать вывод, что созданы и проанализированы модель ДМ1, описывающая в детерминированной постановке производство с опережающей производительностью первой фазы по отношению

ко второй, и модель ДМ2, описывающая в детерминированной постановке производство с отстающей производительностью первой фазы по отношению ко второй. Их достоинством является простота аналитического представления, возможность оценки минимального задела продукции производства первой фазы для оптимального функционирования рассматриваемой системы взаимодействий двух фаз с учетом возможных технологических сбоев. Недостатком этих моделей является их детерминированность, поскольку реальные производственные процессы как машиностроительных, так и сборочных предприятий не вписываются в точные математические схемы, имеют дискретный и случайный (в определенных диапазонах) характер.

Рассмотренные модели ДМ1, ДМ2 можно применить последовательным образом для производства с большим числом фаз. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Экономика и управление в машиностроении: Учеб. пособие для студ. проф. учеб. заведений / А. Г. Зубкова, Н. Н. Кожевников, А. К. Ладыгина и др.; Под. ред. Н. Н. Кожевникова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 208 с.
2. Королев Д. Эффективное управление проектами. – М.: ОЛМА-ПРЕСС Инвест, 2003.
3. Логистика: Учебник / Под ред. Б. А. Аникина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 368 с. – (Серия «Высшее образование»).
4. Альбеков А. У., Митько О. А. Коммерческая логистика / Серия «Учебники, учебные пособия». – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 416 с.
5. Гончаров В. Н., Зинченко А. М., Автономов С. В., Зинченко Н. В. Система адаптации и организация сборочного производства: Монография. – Луганск: Книжковий світ. – 2002. – 136 с.
6. Канцедаль Ю. В. Логистическая стратегия функционирования сборочного производства // Вісник Східноукраїнського державного університету. – 2005. – № 2(84), ч. 2. – С. 109 – 111.