

Описание технологического процесса

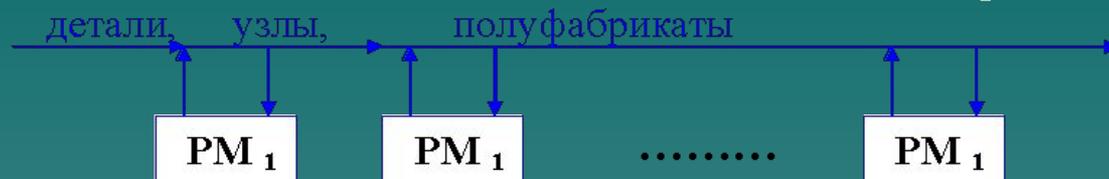


Рис. 5.1 – Конвейерная организация производства, когда каждое рабочее место не изменяется до тех пор, пока не изменится оборудование

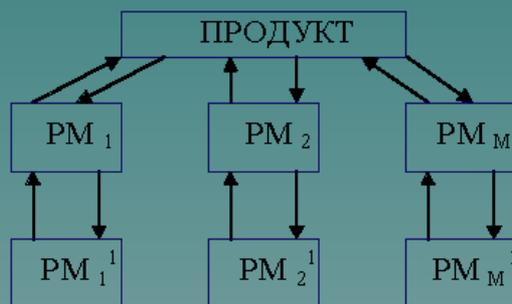


Рис. 5.2 – Стapelное производство

При данном технологическом процессе детали, узлы, полуфабрикаты поставляются с одного рабочего места на другие рабочие места, организованные вокруг будущего окончательного продукта.

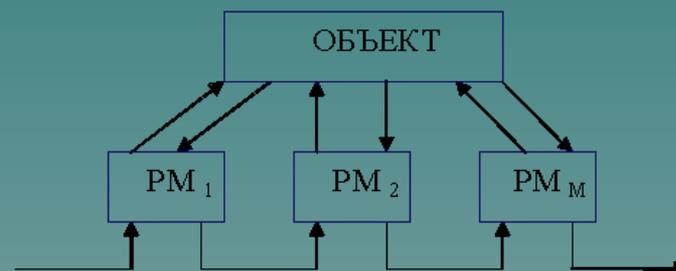


Рис. 5.3 – Технологический процесс, связанный с переходом специалиста одной специальности от одного рабочего места к другому (ремонтно-профилактические работы)

МОДЕЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Пусть технологический процесс имеет $j=1, M$ рабочих мест, находящихся на расстоянии $S_{j-(j+1)}$

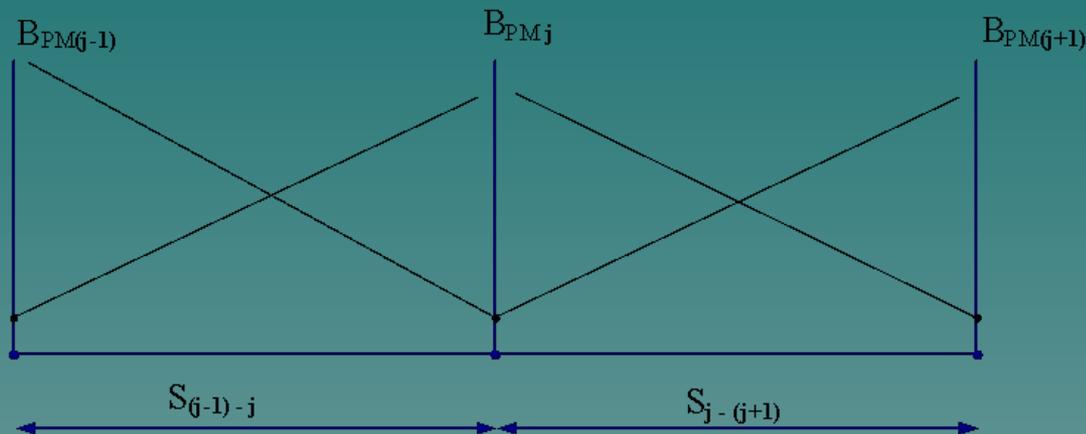


Рис. 5.4 – Схема изменения безопасности технологического процесса связанная с перемещением либо рабочих, либо материалов.

Показатель безопасности технологического процесса $B_{ТП}$, состоящий из M рабочих мест:

$$B_{ТП} = \frac{B_{PMj}}{S_{j-(j+1)} + S_{(j-1)-j}}, \quad (5.1)$$

- где
- Изменение показателя безопасности при перемещении от $(j-1)$ -го рабочего места к j -му,
 - изменение показателя безопасности при перемещении от j -го к $(j+1)$ -му рабочему месту.

Рассмотрим эти изменения.

$$\Delta B_{(j-1)-j} = \frac{dB_{j-1}}{dS_{(j-1)-j}} \cdot \Delta S_{(j-1)-j} + \frac{dB_j}{dS_{(j-1)-j}} \cdot \Delta S_{(j-1)-j}, \quad (5.2)$$

где $\frac{dB_{j-1}}{dS_{(j-1)-j}}$ - коэффициент влияния изменения расстояния между $(j-1)$ -м и j -м рабочими местами на показатель безопасности $(j-1)$ -го рабочего места;

$\frac{dB_j}{dS_{(j-1)-j}}$ - коэффициент влияния изменения расстояния между $(j-1)$ -м и j -м рабочими местами на показатель безопасности j -го рабочего места, $S_{(j-1)-j}$ - расстояние между $(j-1)$ -м и j -м рабочими местами.

Находим показатель безопасности при перемещении от j -го к $(j+1)$ -му рабочему месту $\Delta B_{j-(j+1)}$:

$$\Delta B_{j-(j+1)} = \frac{dB_j}{dS_{j-(j+1)}} \cdot \Delta S_{j-(j+1)} + \frac{dB_{j+1}}{dS_{j-(j+1)}} \cdot \Delta S_{j-(j+1)}. \quad (5.3)$$

Подставим в выражение (5.1), (5.2), (5.3) значения параметров источников опасности (4.9)

$$\begin{aligned}
 B_{\text{ТП}} = & \frac{1}{M} \cdot \sum_{j=1}^M \cdot \frac{1}{N_j} \cdot \sum_{i=1}^{N_j} [(b_i + \Delta_2 b_i + \Delta_E b_i + \Delta_S b_i)] + \\
 & + \frac{\partial B_j}{\partial S_{j-(j+1)}} \cdot \Delta S_{j-(j+1)} + \frac{\partial B_{j+1}}{\partial S_{j-(j+1)}} \cdot \Delta S_{j-(j+1)}.
 \end{aligned} \tag{5.4}$$

Найдем $\frac{\partial B_{j-1}}{\partial S_{(j-1)-j}}$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial B_j}{\partial S_{(j-1)-j}} &= \frac{\partial \left[\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^{N_j} (b_i + \Delta_2 b_i + \Delta_E b_i + \Delta_S b_i) \right]}{\partial S_{(j-1)-j}} = \\
 &= \frac{1}{N_j} \cdot \sum_{i=1}^{N_j} \left(\frac{\partial b_i}{\partial S_{(j-1)-j}} + \frac{\partial \Delta_2 b_i}{\partial S_{(j-1)-j}} + \frac{\partial \Delta_E b_i}{\partial S_{(j-1)-j}} + \frac{\partial \Delta_S b_i}{\partial S_{(j-1)-j}} \right).
 \end{aligned} \tag{5.5}$$

Определим составляющие уравнения (5.5)

$$\begin{aligned} \frac{\partial b_i}{\partial S_{(j-1)-j}} &= \left[\frac{1}{3} \left[\frac{\partial \varphi(t)}{\partial S_{(j-1)-j}} + \frac{\partial \rho(t)}{\partial S_{(j-1)-j}} + \frac{\partial \tau(t)}{\partial S_{(j-1)-j}} \right] + \right. \\ &+ \sum_{l=1}^{N-1} \Delta b_l \frac{\partial b_i^2}{\partial b_l \cdot \partial S_{(j-1)-j}} \Delta S_{(j-1)-j} + \\ &+ \sum_{\delta=1}^D \Delta e_\delta \frac{\partial b_i^2}{\partial e_\delta \cdot S_{(j-1)-j}} \Delta S_{(j-1)-j} + \sum_{\beta=1}^P \Delta S_{\alpha\beta} \frac{\partial b_i^2}{\partial S_{\alpha\beta} \cdot \partial S_{(j-1)-j}} \Delta S_{(j-1)-j} \end{aligned} \quad (5.6)$$

$$\frac{\partial \Delta_E b_i}{\partial S_{(j-1)-j}} = 0$$

, т.к. они свойственны только данному рабочему месту и не оказывают влияния при перемещении материалов или человека к другому рабочему месту.

$$\frac{\partial \Delta_2 b_i}{\partial S_{(j-1)-j}} = 0$$

, т.к. влияние источников опасности природы не изменяются от перемещения материалов и человека к другому рабочему месту.

$$\frac{d\Delta_S b_i}{dS_{(j-1)-j}} = \frac{d\left(\frac{db_i}{dS_{\text{ч1}}^T} \cdot \Delta S_{\text{ч1}}^T\right)}{dS_{(j-1)-j}} \cdot \Delta S_{(j-1)-j} + \dots + \frac{d\left(\frac{db_i}{dS_{\text{чp}}^T} \cdot \Delta S_{\text{чp}}^T\right)}{dS_{(j-1)-j}} \cdot \Delta S_{(j-1)-j} = \quad (5.7)$$

$$= \Delta S_{\text{ч1}}^T \cdot \frac{d^2 b_i}{dS_{\text{ч1}}^T \cdot dS_{(j-1)-j}} \cdot \Delta S_{(j-1)-j} + \dots + \Delta S_{\text{чp}}^T \cdot \frac{d^2 b_i}{dS_{\text{чp}}^T \cdot dS_{(j-1)-j}} \cdot \Delta S_{(j-1)-j}$$

Подставляя (4.9), (5.5), (5.6) и (5.7) в (5.4), получим уравнение, определяющее показатель безопасности технологического процесса.

$$B_{\text{ТП}} = \frac{1}{M} \cdot \left\{ \sum_{j=1}^M \left[\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N [b_i^n + \frac{1}{3} \left[\frac{\partial \varphi(t)}{\partial S_{(j-1)-j}} + \frac{\partial \rho(t)}{\partial S_{(j-1)-j}} + \frac{\partial \tau(t)}{\partial S_{(j-1)-j}} \right] + \right. \right. \quad (5.8)$$

$$+ \sum_{l=1}^{N-1} \Delta b_l \frac{\partial b_i^2}{\partial b_l \cdot \partial S_{(j-1)-j}} \Delta S_{(j-1)-j} +$$

$$\left. + \sum_{\delta=1}^D \Delta e_{\delta} \frac{\partial b_i^2}{\partial e_{\delta} \cdot S_{(j-1)-j}} \Delta S_{(j-1)-j} + \sum_{\beta=1}^P \Delta S_{\text{ч}\beta} \frac{\partial b_i^2}{\partial S_{\text{ч}\beta} \cdot \partial S_{(j-1)-j}} \Delta S_{(j-1)-j} \right\}$$

$$C_{\text{ч}} = [B_{\text{ТП}} + B_{\text{E}} + \Delta B \{S_{\text{ч}}^{\text{E}}\} + \Delta B_{\text{E}}(T)] \quad (5.9)$$

ЗАДАНИЕ И ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ И БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

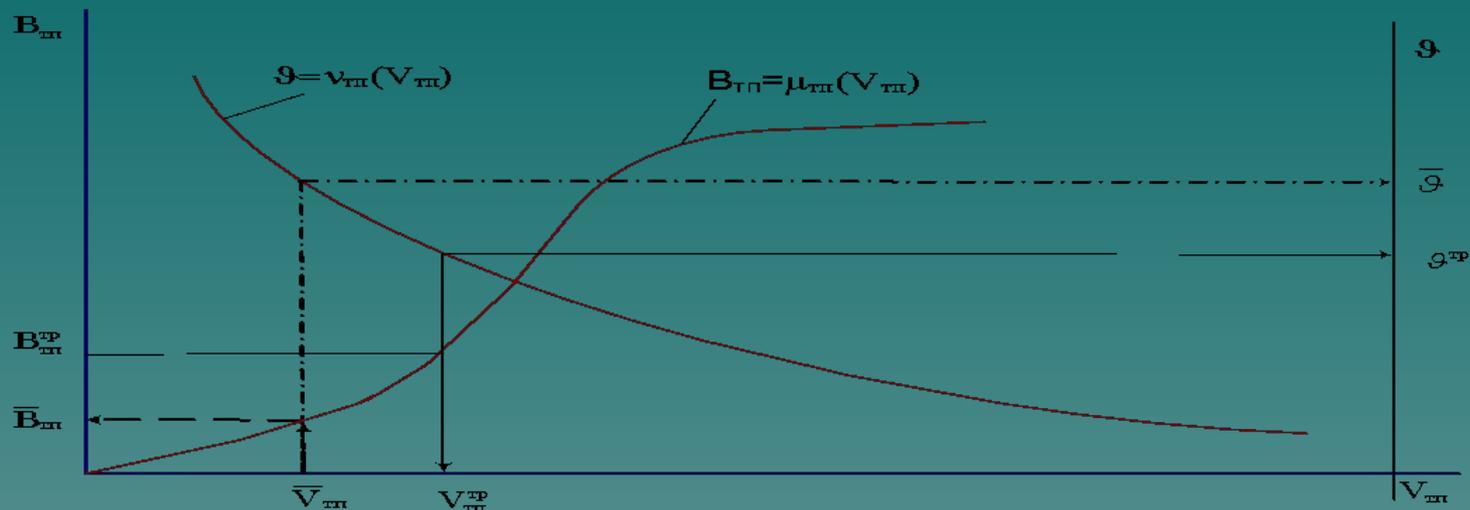


Рис. 5.5 – Зависимость выполнения требований по безопасности от имеющихся средств на обеспечение безопасности $V_{тп}$ и возможных страховых выплат Φ и положительного значения $V_{тп}$.

$$\begin{cases} B_{тп} = \mu_{тп}(V_{тп}), \\ \Phi = v_{тп}(V_{тп}). \end{cases} \quad (5.10)$$

Оптимизация затрат на безопасность технологического процесса

1. $V_{тп}$ -ограничения, определяющие оптимальное значение показателя безопасности $V_{тп}$ и возможные страховые выплаты $\Phi_{тп}$.
2. Выставляется необходимое требование (тр) безопасности технического процесса $B_{тп}$, в этом случае возрастают затраты на обеспечение безопасности согласно требованиям безопасности, при этом возможные страховые выплаты значительно снижаются.
3. Вычисляется показатель безопасности технологического процесса.
4. Согласно проведенных расчётов и выбранных параметров источников опасности проводят экспертизу безопасности проекта.