

Нормирование времени упаковки силового и управляющего оборудования для АЭС

Rate of time of packing of power and control equipment for NPP

Лоскутов И.А.

Аспирант МИРЭА - Российского Технологического Университета, инженер-конструктор в АО «Научно-производственной корпорации «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» имени А.Г. Иосифьяна» (АО «Корпорация «ВНИИЭМ»), преподаватель автоматизации в государственном бюджетном профессиональном образовательном учреждении г. Москвы "Политехническом колледже им. Н.Н. Годовикова"
e-mail: faxvex@ya.ru

Loskutov I.A.

Postgraduate Student, MIREA - Russian Technological University, engineer-designer (engineerconstructor) in Joint Company 'Research and Production Corporation 'Space Monitoring Systems, Information & Control and Electromechanical Complexes' named after A.G. Iosifian' ('VNIIEМ Corporation' JC), teacher of automation in the state budgetary professional educational institution of Moscow "Polytechnic College named after N.N. Godovikov"
e-mail: faxvex@ya.ru

Аннотация

В работе исследуется процесс упаковки силового и управляющего оборудования для АЭС. Проводится описание основных процессов, которые выполняет рабочий. Показаны возможные причины замедления работы на участке. Выведено параметрическое уравнение системы «Вход-Выход». С учетом допущений получено математическое уравнение, рассчитывающее затраченное время на упаковку единицы оборудования.

Ключевые слова: АЭС, нормирование, моделирование, математическое описание, технологический процесс, упаковка.

Abstract

The paper investigates the process of packaging power and control equipment for nuclear power plants. A description of the main processes that the worker performs. The possible reasons for the slowdown of work on the site are shown. The parametric equation of the "Input-Output" system is derived. Taking into account the assumptions obtained a mathematical equation that calculates the elapsed time on the packaging unit of equipment.

Keywords: NPPs, rationing, modeling, mathematical description, technological process, packaging

Введение

Упаковка – завершающий этап технологического процесса создания оборудования. Поскольку изделия атомной сферы представляют собой сложные технические изделия, необходимо рационально подходить к операциям с ними, не противореча при этом [1] и учитывая [2].

На данный момент на предприятиях России развито цеховое управление, о чем не раз упоминается в научной литературе. Действительно, это устоявшаяся система, привычная всему отечественному производству. Однако существует и бесцеховая система, применяемая большинством развитых и развивающихся стран. О преимуществах и недостатках данных систем подробно рассмотрено в [3]. Однако, вне зависимости от выбора системы управления, основные операции, с которыми придется столкнуться работнику упаковочного подразделения, останутся неизменными.

1.1. Операции упаковочного сектора

1. Пакетирование, иначе – упаковка полиэтиленовой пленкой. Обозначим «А». Данный процесс можно подразделить на:
 - «А1» – легкое пакетирование – когда оборудование можно упаковать вручную без использования спецсредств.
 - «А2» – среднее пакетирование – использование дополнительных приспособлений и приемов на рабочем столе или применение помощи напарника.
 - «А3» – сложное пакетирование, требующее использования специальных приспособлений – домкратов, подвесных кранов и т.п.
2. Древесные работы «В». В зависимости от компонентов тары, стенки могут быть:
 - «В1» – монолитные (использование ДСП) – только обрезка краев;
 - «В2» – сборные из досок – в данном случае производится не только обрезка, но и соединение в соответствии с [4].
3. Обработка древесины «С» – данная операция производится только с досками, полученными путем древесного распила, с ДСП, как правило, не применяется. Нормативный документ при работе – стандарт [5].
4. Демпфирующие приемы «D». Наиболее распространены:
 - «D1» – покрытие потенциальных внутренних частей тары войлоком или другим подобным материалом;
 - «D2» – установка распорок;
 - «D3» – комбинация двух описанных способов.
5. Сборка тары «Е». Бывает нескольких типов:
 - «Е1» – крепление стенок, крыши и поддона только шурупами или гвоздями;
 - «Е2» – крепление стенок, крыши и поддона шурупами или гвоздями после предварительного склеивания стыков;
 - «Е3» – крепление стенок, крыши и поддона шурупами или гвоздями с усилением стыков брусками;
 - «Е4» – крепление стенок, крыши и поддона шурупами или гвоздями предварительно соединив их по [4];
 - «Е5» – комбинированный метод, применяемый на конкретном производстве.

Не вызывает сомнений, что к моменту крепления крышки, оборудование будет находиться внутри тары. Но важно понимать, что, как правило, ящик собирают вокруг изделия, а не отдельно с дальнейшей укладкой и закрытием только крышки. Связано это с тем, что таким образом минимизируется возможность испортить товарный вид. В случае, если устройство очень маленькое, например, это проверочный пульт и т.п. изделия с типоразмером до 6U, то применяется классическая упаковка. Данная операция также имеет трудоемкость. Обозначим ее «F».
6. Маркировка тары «G» – нанесение манипуляционных знаков [6]. Наносится по трафарету:
 - «G1» – кистью;
 - «G2» – баллончиком краски;
 - «G3» – пульверизатором.
7. Установка пломбы «Н» – просверливаются несколько поверхностей (крышка и одна из стенок) под углом 30–60 градусов, заводятся проволока, обхватывая контур с небольшим припуском. На конце крепится пломба на расстоянии не менее 20–30 мм до свободных краев проволоки.
8. Обтяжка металлической лентой «I» – добавляет жесткость таре. Бывает:
 - «I1» – обтяжка ящиков до 500 мм, как правило, при помощи ручных, чаще гидравлических приспособлений;
 - «I2» – механизированная обтяжка.
9. Складирование – процесс отправки упакованного изделия на консервацию «J».

1.2. Составление параметрических зависимостей

Применим теорию управления, чтобы получить систему «Вход-Выход». Подробно о ней написано в [7, с. 14–18] и показано в случае разомкнутой системы на рис. 1.



Рис. 1. Сборка каркаса

Где:

- Y – входные параметры;
- R – возмущающие параметры;
- X – выходные параметры.

Рассмотренные в п. 1.1 операции являются входными параметрами системы « Y ».

К возмущающим параметрам « R » относятся следующие мероприятия:

1. Выполнение другой, более важной на данный момент работы « K ».
2. Потребности человека (физиологические, психологические) « L ».
3. Ошибки « M ».
 - 3.1. Неверно отпиленные доски « $M1$ ».
 - 3.2. Неверно установленные распорки « $M2$ ».
 - 3.3. Использован не тот типоразмер пакета « $M3$ ».
 - 3.4. Испорченное соединение « $M4$ ».
 - 3.5. Прочее « $M5$ ».

4. Видоизменение чертежа на стадии упаковки « N ».

5. Усталость рабочего « O ».

6. Прочее « S ».

При объединении возмущающих и входных параметров получится выходной параметр « X ».

Запишем параметрическую форму:

$$\bar{Y} = \begin{cases} A1(t) \\ A2(t) \\ A3(t) \\ B1(t) \\ B2(t) \\ C(t) \\ D1(t) \\ D2(t) \\ D3(t) \\ E1(t) \\ E2(t) \\ E3(t) \\ E4(t) \\ E5(t) \\ F(t) \\ G1(t) \\ G2(t) \\ G3(t) \\ H(t) \\ I1(t) \\ I2(t) \\ J(t) \end{cases}, \bar{R} = \begin{cases} K(t) \\ L(t) \\ M1(t) \\ M2(t) \\ M3(t) \\ M4(t) \\ M5(t) \\ N(t) \\ O(t) \\ S(t) \end{cases}, \bar{X} = X(t) \quad (1).$$

1.3. Уравнение нормирования

При создании уравнения примем следующие допущения:

1. Работа идет от начала до конца, без остановок, перекуров, обеда и других отвлечений.
2. Рабочий день не ограничивается стандартными 8 часами. Конечной точкой является складирование изделия в таре.
3. Компонентный состав и чертеж не меняются во время упаковки.

С учетом допущений уравнение примет вид (2):

$$\begin{cases} i_j = \sum_{w=1}^{22} x_j + 2M_j \\ \bar{X} = \sum_{j=1}^{22} \sum_{\vartheta=i_{j-1}}^{i_j} t_j \prod_{\mu=1}^j W_j^{i_j-\vartheta} + \sum_{j=23}^{27} \sum_{\delta=\zeta_{j-1}}^{\zeta_j} t_j \prod_{\xi=23}^j L_j^{\zeta_j-\delta} \prod_{\psi=1}^{22} W_\psi^{x_\psi-\vartheta} \end{cases} \quad (2),$$

где:

- x_j – количество операций работы с массивом «Y»;
- U_j – количество ошибок при работе с массивом «Y»;
- $\prod_{\mu=1}^j W_j^{i_j - \theta}$ – учет накопления усталости при операции с массивом «Y»;
- ζ_j – количество операций работы с массивом «R»;
- $\prod_{\xi=26}^j W_j^{\zeta_j - \delta}$ – учет накопления усталости при операции с массивом «R»;
- $\prod_{\psi=1}^{25} L_{\psi}^{x_{\psi} - \theta}$ – учет накопленной усталости после завершения массива «Y».

Заключение

В работе проведен анализ процесса упаковки на предприятиях, работающих в атомной сфере. Результатом является уравнение (2), благодаря которому можно рассчитать затраченное время на технологический процесс. Данное уравнение имеет ряд допущений, которые будут в дальнейшем устранены. Так же, будет учтено влияние той или иной организационной структуры. Связано это с предположением, высказанным в [8], об оправданности применения на упаковочном секторе элементарной организационной структуры.

Литература

1. ГОСТ 23170-78 Упаковка для изделий машиностроения. Общие требования (с Изменениями N 1, 2).
2. ISO 18602-2013 Packaging and the environment – Optimization of the packaging system
3. Фомин А. Цеховая и бесцеховая структуры управления производством. Проблемы внедрения бесцеховой структуры. – М.: Эдитус, 2013. – 116 с.
4. ГОСТ 9330-76 Основные соединения деталей из древесины и древесных материалов. Типы и размеры (с Изменениями N 1, 2).
5. ГОСТ 20022.1-90 (СТ СЭВ 6829-89) Защита древесины. Термины и определения.
6. ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов (с Изменениями N 1, 2, 3).
7. Leight JR. Control theory. Second edition – London: The Institution of Electrical Engineers, 2004 – 303 p.
8. Лоскутов И.А. Организационные структуры управления на предприятиях, занимающихся разработкой оборудования для АЭС // Журнал исследований по управлению. – 2018. – № 4. – С. 40–46.
URL:<https://naukaru.ru/ru/nauka/article/20745/view>