

УДК 004.942

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОВОДА

© 2015 И. Н. Хаймович¹, Д. Г. Скрипачёв², С. Ю. Колесникова¹¹Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет)²Закрытое акционерное общество «Самарская кабельная компания»

Исследован производственный цикл изготовления провода FLRY-25-С с использованием фотографий рабочего места, полученных методом непосредственных замеров времени, затраченного на каждую операцию. Приведена цепочка изготовления провода. Для оптимизации производственного цикла предлагается комплексный учёт особенностей каждой операции, входящей в его состав. Создана модель производственного процесса получения провода с использованием профессионального вычислительного инструмента имитационного моделирования AnyLogic, позволяющего оценить влияние изменения различных параметров системы на протекание производственного процесса. Выявлены недостатки в организации производства провода, связанные с нерациональным использованием имеющегося оборудования, операциями производственного цикла, логистикой изделия и информированностью персонала. Предложены мероприятия по оптимизации производственного цикла изготовления провода, которые повысили производительность процесса на 40 %.

Производственный цикл, имитационное моделирование, модель, производительность, оптимизация.

doi: 10.18287/2412-7329-2015-14-4-151-155

В работе проведено исследование технологического процесса изготовления провода FLRY-25-С. Для каждого вида и типоразмера провода требуется определённая технология изготовления и соответствующее оборудование. Исследован производственный цикл изготовления провода на ЗАО «Самарская кабельная компания» (ЗАО СКК).

Для повышения производительности несколько технологических операций процесса получения провода объединяют в единый технологический цикл. На рис. 1

показана цепочка изготовления провода FLRY-25-С.

Потому необходим комплексный учёт особенностей каждой операции, являющейся частью общего производственного цикла.

Для имитационного моделирования выбран вычислительный инструмент AnyLogic, который позволяет использовать его для принятия оптимальных решений на протяжении полного производственного цикла [1].

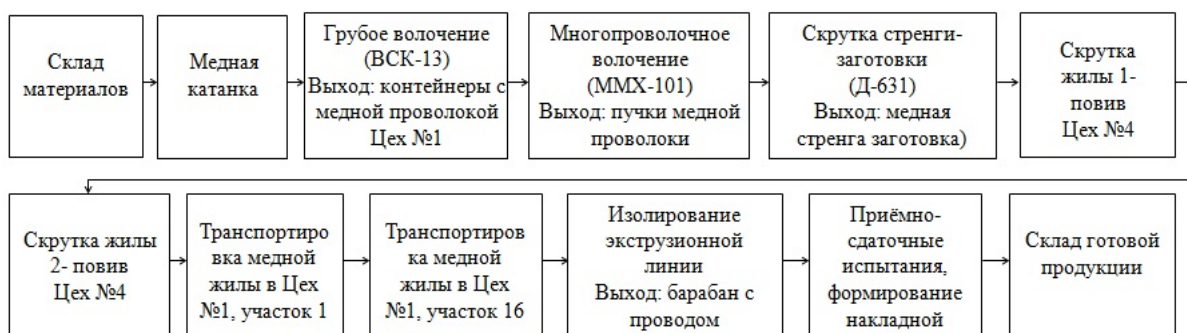


Рис. 1. Цепочка изготовления провода FLRY-25-С

Существует три основных подхода в создании имитационных моделей производства: системная динамика, дискретно-событийное и агентное моделирование. AnyLogic позволяет использовать их все, включая любые их комбинации. Это даёт свободу выбирать тот метод, который подходит именно для исследуемого проекта. Проведение имитационных экспериментов позволяет оценить влияние изменения различных параметров системы и принять правильное решение [2, 3].

Для составления модели производственной цепочки изготовления провода FLRY-25-С использовались фотографии рабочего места, полученные методом непосредственных замеров времени, затраченного на каждую операцию.

Перечислим объекты, необходимые для построения модели производства при использовании инструмента AnyLogic[4].

Объект **Source**, в котором создаются заявки (в модели – склад с проволокой).

Объект **Queue** моделирует очередь заявок, ожидающих приёма объектами, следующими за данным в потоковой диаграмме, или же хранилище заявок. Добавляется очередь, чтобы хранить поступающий материал до тех пор, пока он не будет помещён на конвейер.

Объект **Conveyor** перемещает заявки по пути заданной длины с заданной скоростью, сохраняя их порядок и оставляя заданные промежутки между ними (в модели – подача материала в машину для обработки).

Объект **Sink** уничтожает заявки (в модели – склад готовой продукции, рис. 1).

Далее задаются параметры для решения модели в вычислительном инструменте AnyLogic (рис. 2).

Согласно производственному процессу изготовление провода разбито на две партии. Далее решаем модель в AnyLogic. Полученное решение приведено на рис. 3.

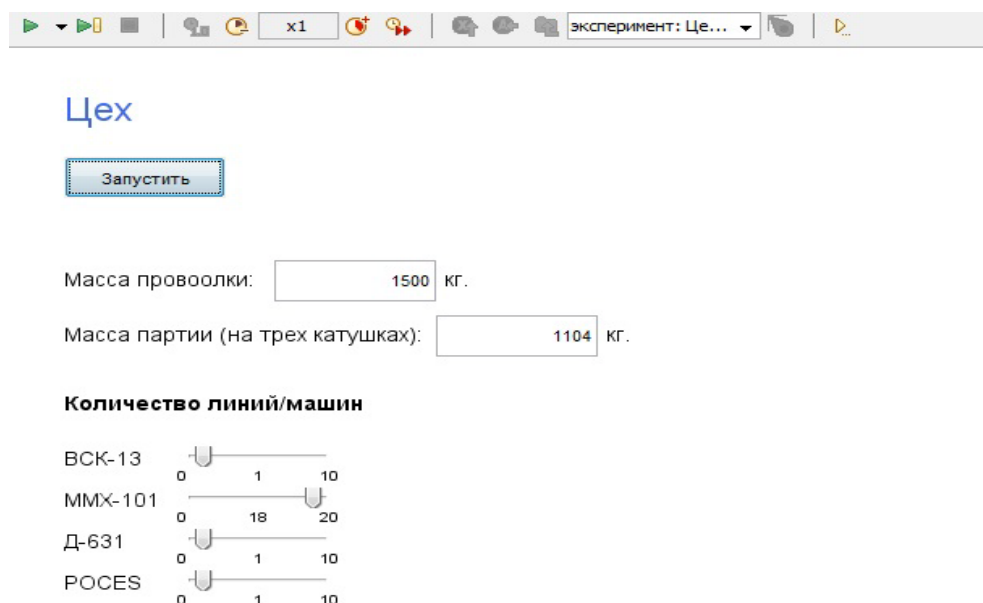


Рис. 2. Модель производства провода в AnyLogic

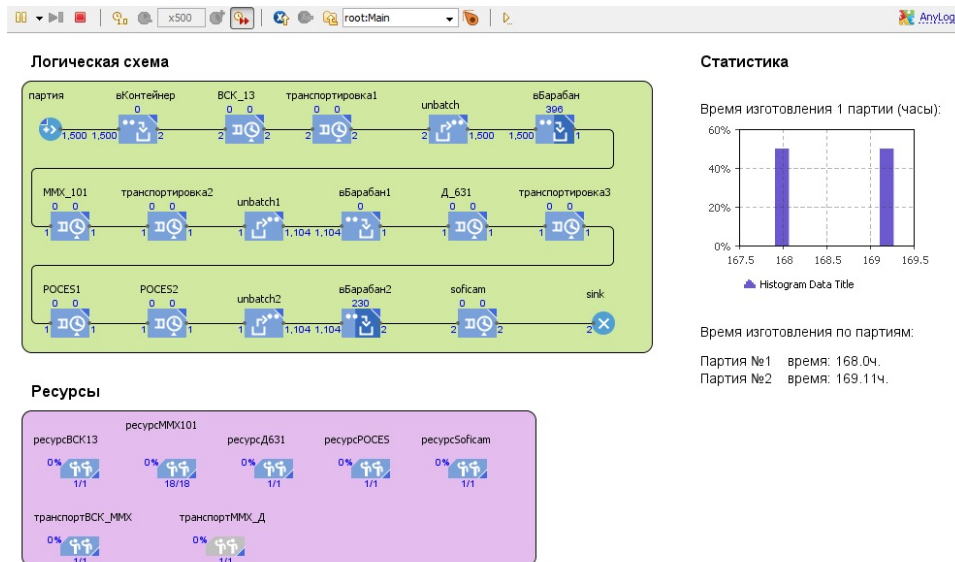


Рис. 3. Решение модели производства провода

В процессе анализа производственного цикла с использованием вычислительного инструмента AnyLogic выявлены следующие недостатки:

1. Производительность на линии ММХ-101 (рис. 1, 3) снижена на 25% из-за снижения скорости волочения с 27 до 20 м/с вследствие повышенной обрывности проволоки.

2. Производительность скрутки на машине Д 631 (рис. 1, 3) снижена из-за неэффективного использования числа крутильных машин (используется одна машина вместо двух или четырёх).

3. Длительное время хранения медной стренги-заготовки в цехе № 4 (рис. 1, 3) перед срабатыванием на крутильной машине и перед транспортировкой в цех №1, так как линия скрутки (рис. 1) была занята другим заданием и рабочие не информированы о готовности медной жилы.

4. Имеется лишний промежуточный пункт назначения медной жилы на участке 1 цеха № 1 перед отправкой на участок 16 (рис. 1) того же цеха из-за неоптимально выстроенной транспортной цепочки.

После проведённого имитационного моделирования с использованием вычислительного инструмента AnyLogic и последующего анализа операций технологического процесса были предложены следующие мероприятия по устранению вы-

явленных недостатков с целью оптимизации процесса производства провода: усилить контроль качества катанки, поступающей на грубое волочение; применить высокоэффективные смазывающие средства, понижающие возможность обрыва проволоки; проводить предупреждающую замену изношенных тяговых бандажей на машинах грубого волочения для предотвращения попадания стальных частиц износа в медную проволоку, предназначенную для многопроволочного волочения; контролировать режимы отжига проволоки для избегания пережога и обрыва в процессе волочения; оптимизировать используемое количество машин для скрутки; внедрить процедуру электронных заявок с отметкой о выполнении заказа и информированием заказчика (начальника участка, мастера) о текущем состоянии выполнения заказа; оптимизировать транспортную цепочку, исключив промежуточный пункт назначения на участке 1 цеха № 1.

При реализации указанных мероприятий предложена новая модель производственного цикла изготовления провода с увеличением скорости на линии ММХ-101 до 27 м/с, использованием максимально возможного числа крутильных машин (4 штуки) и уменьшением времени простоя барабанов с проволокой между операциями (рис. 4).

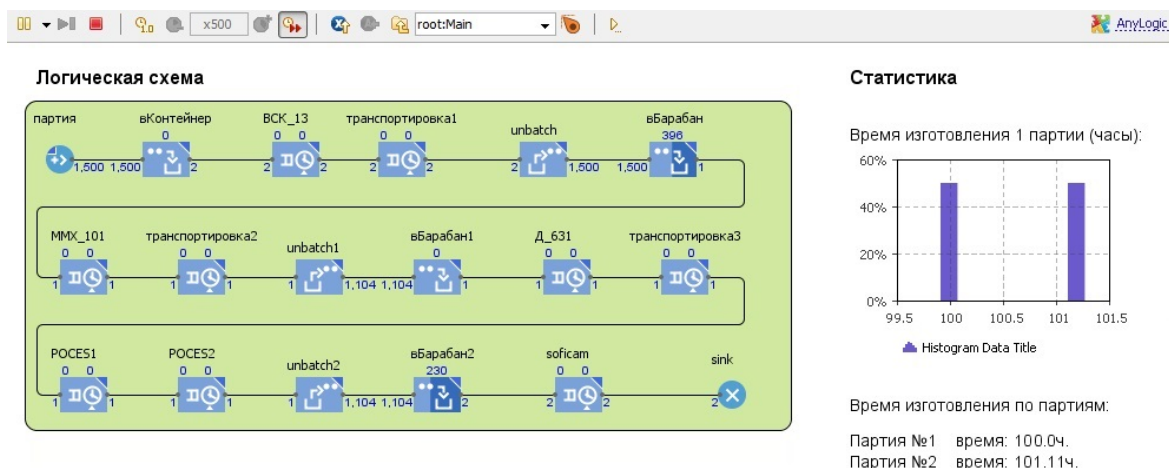


Рис. 4. Решение модели производства провода с использованием вычислительного инструмента AnyLogic при реализации предложенных мероприятий

По результатам имитационного моделирования с использованием вычислительного инструмента AnyLogic установлено, что реализация предложенных мероприятий позволит сократить длитель-

ность производственного цикла провода FLRY-25-С на 68 часов и тем самым повысить производительность изготовления на 40%.

Библиографический список

1. Дровяников В.И., Хаймович И.Н., Фролов М.А., Ковалькова Е.А. Совершенствование организации литейного производства авиационного предприятия на основе имитационного моделирования // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 2 (14). С. 3023-3028.

2. Кудрявцев Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. М.: ДМК Пресс, 2004. 320 с.

3. Bangsow S. Manufacturing Simulation with Plant Simulation and Sim Talk Usage and Programming with Examples and Solutions. Springer, 2010. 300 p.

4. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2006. 400 с.

Информация об авторах

Хаймович Ирина Николаевна, доктор технических наук, профессор кафедры обработки металлов давлением, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: kovalek68@mail.ru. Область научных интересов: организация производства в машиностроении.

Скрипачёв Дмитрий Георгиевич, ведущий инженер-технолог, ЗАО «Самарская кабельная компания». E-mail: [\[pachov@samaracable.ru\]\(mailto:pachov@samaracable.ru\). Область научных интересов: технология производства кабельно-проводниковой продукции.](mailto:skri-</p>
</div>
<div data-bbox=)

Колесникова Светлана Юрьевна, аспирант кафедры обработки металлов давлением, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: ana-kolesnikova@mail.ru. Область научных интересов: организация производства в машиностроении.

SIMULATION OF WIRE MANUFACTURING PRODUCTION CYCLE

© 2015 I. H. Haymovich¹, D. G. Skripachyov², S. Yu. Kolesnikova¹

¹Samara State Aerospace University, Samara, Russian Federation

²Samara Cable Company, Samara, Russian Federation

The production cycle of manufacturing FLRY-25-Cc wire is analyzed making use of the work place photos obtained by measuring the time spent on each operation. A comprehensive account of the peculiarities of each operation the cycle consists of is proposed in the paper. It will help to optimize the production cycle. A model of the production process of wire manufacturing is constructed using a professional computational simulation tool Any Logic, which makes it possible to assess the impact of changes in various parameters of the system on the course of the production process. Shortcomings in the organization of production of wires associated with irrational use of the equipment available, production cycle operations, logistics and product awareness of staff are revealed. Measures to optimize the production cycle of wire manufacturing are proposed that give a 40% increase of production efficiency.

Production cycle, simulation, model, productivity, optimization.

References

1. Drovyanikov V.I., Haymovich I.N., Frolov M.A., Kovalkova E.A. Improving the organization foundry aviation enterprise on the basis of simulation. *Fundamental research*. 2015. No. 2(14). P. 3023-3028. (In Russ.)
2. Kudryavtsev E.M. GPSS World. *Osnovy imitatsionnogo modelirovaniya razlichnykh system* [Basics of simulation of different systems]. Moscow: DMK Progress Publ., 2004. 320 p.
3. Bangsow S. Manufacturing Simulation with Plant Simulation and Sim Talk Usage and Programming with Examples and Solutions. Springer, 2010. 300 p.
4. Karpov Yu.G. *Imitacionnoe modelirovaniye system. Vvedeniye v modelirovaniye s AnyLogic 5* [Simulation of systems. Introduction to modeling with AnyLogic 5]. Saint Petersburg: BHV-Peterburg Publ., 2006. 400 c.

About the author

Haymovich Irina Nikolaevna, Doctor of Engineering, Professor of the Department of Metal Forming, Samara State Aerospace University, Samara, Russian Federation. E-mail: kovalek68@mail.ru. Area of Research: industrial management in mechanical engineering.

Skripachyov Dmitry Georgievich, leading process engineer, Samara Cable Company, Samara, Russian Federation. E-

mail: skripachov@samaracable.ru. Area of Research: technology of manufacturing cable and wiring products.

Kolesnikova Svetlana Yuryevna, postgraduate student of the Department of Metal Forming, Samara State Aerospace University, Samara, Russian Federation. E-mail: ana-kolesnikova@mail.ru. Area of Research: industrial management in mechanical engineering.