

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИБКОГО ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Лукиянец С. В., Снисаренко С. В.

Кафедра систем управления, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь
E-mail: kafsu@bsuir.by

Приводятся результаты имитационного моделирования гибкого производства деталей из листа на базе роботизированной четырехпрессовой линии, работающей в различных режимах.

ВВЕДЕНИЕ

При модернизации штамповочного производства важно оценивать зависимости производительности от размеров партий деталей и их номенклатуры, а также значения коэффициентов использования оборудования и коэффициентов занятости работников за плановый период. Рассмотрению этих вопросов посвящена работа [1], в которой исследовано функционирование четырехпрессовой линии при одинаковой сложности всех партий деталей. Представляет интерес работа линии в других режимах: наряду с изготовлением сложных деталей при использовании четырех прессов производство деталей средней сложности на трех прессах и простых – на двух прессах. Выявлению упомянутых зависимостей при функционировании такой линии в перечисленных режимах и посвящена настоящая работа. В ней используется подход, применявшийся в упомянутой статье и в работе [2].

I. КОМПОНОВОЧНАЯ СХЕМА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛИНИИ

Компоновочная схема линии, обеспечивающей изготовление деталей различной степени сложности, показана на рис. 1.

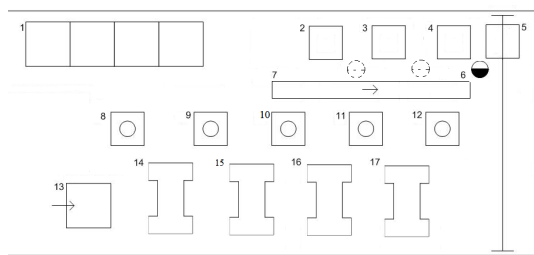


Рис. 1 – Компоновочная схема линии

На этом рисунке: 1 – склад; 2, 3, 4 – позиции загрузки в тару деталей соответственно простых, средней сложности и сложных; 5 – кран; 6 – оператор, находящийся на позиции, соответствующей уровню сложности деталей; 7 – лента, перемещающая готовые детали от пресса к оператору; 8, 9, 10, 11, 12 – роботы; 13 – позиция подачи заготовок в линию; 14, 15, 16, 17 – прессы.

Отличие предлагаемой компоновки от рассмотренной в [1] состоит в том, что лента обес-

печивает доставку готовых деталей к позициям, соответствующим работе двух, трех или четырех прессов. Работа линии осуществляется с учетом отмеченной особенности, в основном повторяя последовательность операций, изложенную в [1]. Назовем вариант, рассмотренный ранее, базовым.

II. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЛИНИИ

Алгоритм моделирования работы линии при производстве на четырех прессах сложных деталей совпадает с алгоритмом моделирования базового варианта. Исключая из схемы алгоритма блоки, соответствующие работе и оснащению пресса 17 и обслуживанию этого пресса транспортом, и учитывая нахождение оператора на позиции 3, получена схема моделирования трехпрессовой линии. Поступая далее аналогичным образом, исключая из схемы алгоритма также блоки, связанные с работой пресса 16 при учете работы оператора на позиции 2, получена схема моделирования двухпрессовой линии. В соответствии с разработанными алгоритмами составлены программы их реализации на языке моделирования GPSS [3].

Особенности кода программы базового варианта [1] сохраняются и в кодах моделирования трехпрессовой и двухпрессовой линий. Окончательные коды этих программ получены из кода базового варианта путем исключения из них операторов, моделирующих блоки, удаленные из базового алгоритма при переходе к трехпрессовой и двухпрессовой линиям.

Объем выпуска деталей N за плановый период определялся количеством обработанных партий (номенклатурой деталей) и размером каждой партии, а номенклатура деталей - исходя из времени, затраченного на выпуск каждой партии, и длительности планового периода.

Для сопоставимости результатов моделирования работы линии в различных режимах исходные данные с учетом сделанных для базового варианта выводов о минимальной емкости тары под готовые детали и приемлемых размерах партий заготовок, приняты в основном прежними и приведены в табл.1.

Таблица 1 – Исходные данные

№ п/п	параметр/ед. изм.	Значение
1	Время установки/снятия штампа,с	3000 ± 300
2	Время доставки краном одного груза,с	300 ± 30
3	Время штамповки одной детали каждым прессом,с	3.8 ± 0.2
4	Время доставки одной заготовки на позицию 13,с	5
5	Время доставки одной детали лентой,с	6
6	Время работы каждого робота на одной операции,с	2.9 ± 0.2
7	Время работы оператора на одной операции,с	3.5 ± 0.5
8	Размеры тары,шт	200;400
9	Размер партии деталей,шт	800;1200;4000; 8000;12000; 16000;20000; 24000;28000; 32000

В результате компьютерного моделирования получен ряд зависимостей, характеризующих работу линии в различных режимах. Зависимости значений номенклатуры изделий от размеров партии заготовок представлены на рис. 2.

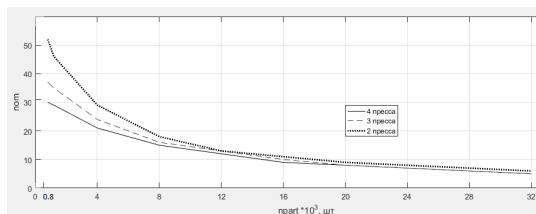


Рис. 2 – Зависимости значений номенклатуры изделий от размеров партии заготовок

Зависимости производительности линии от номенклатуры изделий при штамповке простых, средних и сложных деталей показаны на рис. 3. Из их анализа следует, что максимальная производительность линии во всех режимах достигается при значениях номенклатуры, не превышающих 10. При этом для простых деталей она выше на 20%, чем в других режимах.

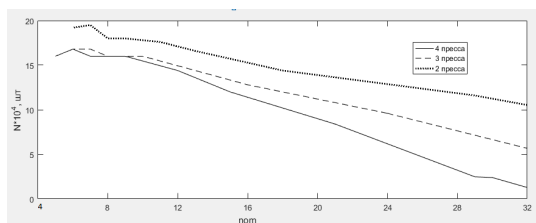


Рис. 3 – Зависимости производительности линии от номенклатуры изделий

При увеличении номенклатуры изделий до 20 единиц производительность двухпрессовой линии снижается на 27% от максимального значения;

при таком же увеличении номенклатуры изделий средней сложности снижение производительности составляет около 20% от своего максимального значения, а для сложных изделий – около 50%. Совместное рассмотрение рис. 3 и рис. 4 показывает, что во всех режимах наибольшей производительности соответствуют размеры партий деталей, превышающих 20000 единиц, при этом номенклатура изделий не превышает 10.

Исследованы зависимости коэффициентов загрузки прессов и крана, а также бригады, роботов и оператора от размера партий деталей. Результаты этих зависимостей для трех режимов работы линии при размерах партий деталей, превышающих 20000 шт., следующие. При переходе от сложных деталей к простым при изменении размеров партий от 20000 до 32000 шт. коэффициент загрузки прессов повышается от 60...86% до 93...95%, а коэффициент загрузки крана увеличивается от 58...68% до 68...74% для $n_{тар}=200$ и от 32...34% до 36...38% для $n_{тар}=400$. Коэффициент загрузки бригады уменьшается от 17...25% до 10...15%. Коэффициенты загрузки роботов и оператора увеличиваются: роботов от 58...63% до 66...68%, а оператора от 70...74% до 80...83%.

Результаты исследований целесообразно учитывать при организации работы гибкой линии штамповки в различных режимах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнено имитационное моделирование гибкого производства деталей из листа на базе роботизированной четырехпрессовой линии, работающей в режимах выпуска простых, средних и сложных деталей. Особенностью производства является использование в качестве транспортного средства крана и бригады для оснащения прессов. На основе разработанных алгоритмов моделирования и программ для их реализации проведены компьютерные эксперименты по выявлению основных соотношений между производительностью, загрузкой оборудования и работников, размерами партий деталей и их номенклатурой за плановый период. Полученные результаты направлены на эффективное использование штамповочного производства рассмотренной конфигурации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукьянец, С. В. Имитационное моделирование четырехпрессовой линии штамповки / С. В. Лукьянец, С. В. Снисаренко, М. А. Лишай // Докл. БГУ-ИР. 2018. №2(112) с. 92–97.
2. Лукьянец, С. В. Имитационное моделирование гибкого участка штамповки деталей из листа /С. В. Лукьянец, А. В. Павлова // Докл. БГУИР. 2008. №2(32).с. 105–110.
3. Боев, В. Д. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World. / В. Д. Боев // Спб. – 2004. 368 с.