

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИБКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТА

Лукьянец С.В., Снисаренко С.В.

БГУИР, Минск, Республика Беларусь, e-mail: kafsu@bsuir.by

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. Представляет интерес работа линии в следующих 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.

1. Компоновочная схема и функционирование линии

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

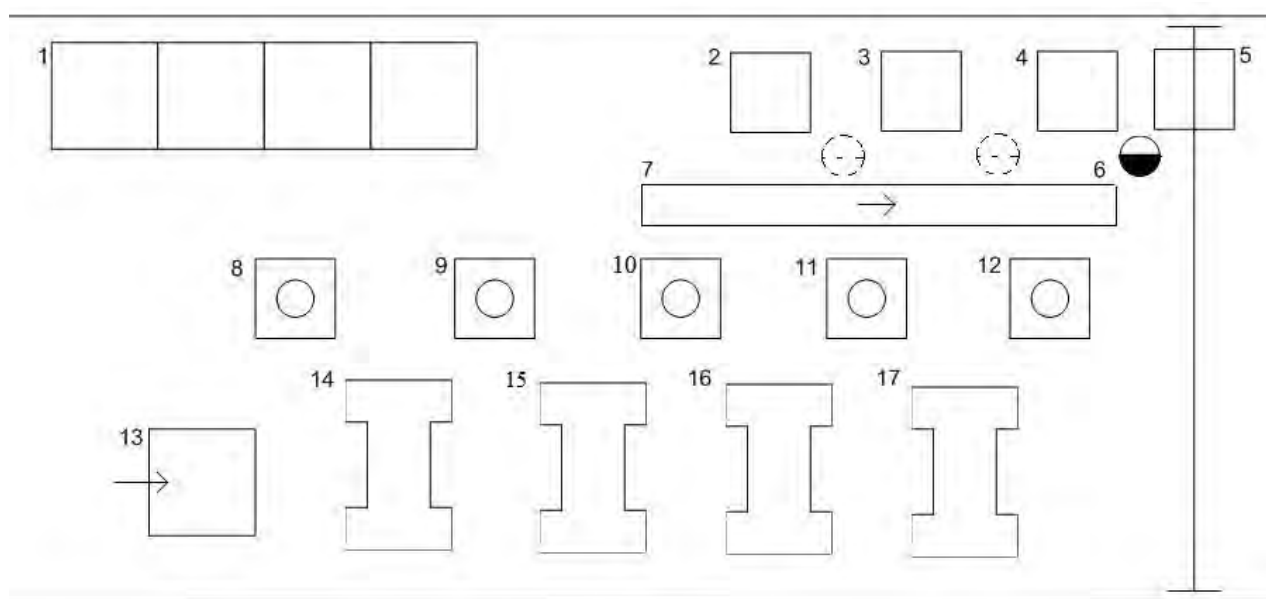


Рисунок 1 - Компоновочная схема линии

На этом рисунке 1 – склад; 2,3,4 – позиции загрузки деталей в тару соответственно простых, средней по 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 этой компоновки от рассмотренной в [1] в том, что лента обеспечивает доставку готовых деталей к позициям, соответствующим работе 2-х, 3-х или 4-х прессов.

Работа линии осуществляется с учетом отмеченной особенности, в основном повторяя последовательность операций, изложенную в [1]. Назовем вариант, рассмотренный ранее, базовым.

2. Имитационное моделирование работы линии

Алгоритм моделирования работы линии при производстве на четырех прессах сложных деталей представлен на рисунке 2.

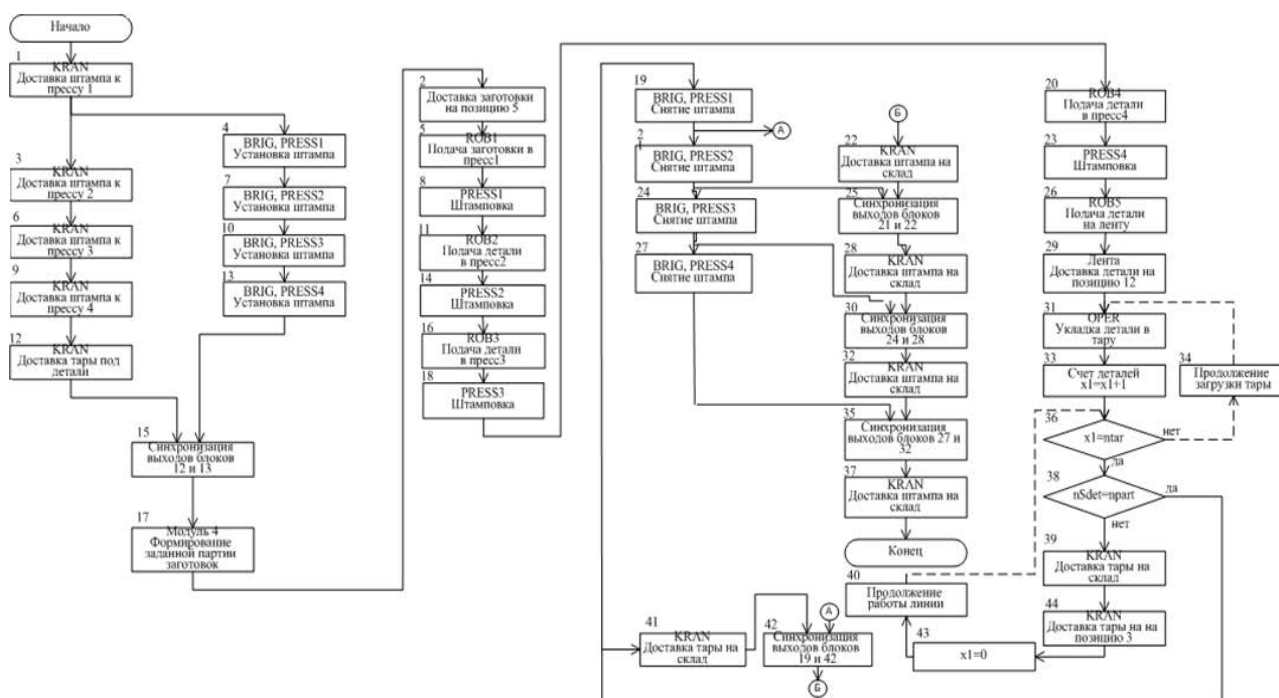


Рисунок 2 - Алгоритм моделирования работы линии

Исключая из схемы алгоритма блоки, соответствующие работе и оснащению пресса 17 и обслуживанию этого пресса транспортом с учетом нахождения 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]. Работа линии моделировалась в течение 10 дней при трехсменном режиме и коэффициенте использования рабочего времени 0.95.

Моделирование работы линии при емкости тары ($ntar$) в 100 единиц показало, что к крану (блок 41) образуется большая очередь, а это недопустимо из-за отсутствия дополнительной площади для хранения большого количества тары с деталями и соответствующей организации процесса хранения. Установлено, что эта очередь образуется при $ntar \leq 120$.

В дальнейших исследованиях использованы значения $ntar = 200$ и $ntar = 400$.

Объем выпуска деталей определялся количеством партий (номенклатурой деталей) и размером каждой партии, а номенклатура деталей за плановый период – исходя из времени, затраченного на выпуск каждой партии.

3. Результаты имитационного моделирования

В результате компьютерного моделирования получен ряд зависимостей, характеризующих работу линии в различных режимах.

Зависимости коэффициентов загрузки каждого пресса и крана от размера партий деталей показывают, что величины коэффициентов загрузки оборудования при различных значениях емкости тары различаются. Что касается коэффициента загрузки прессов, то он не зависит от емкости тары под детали. Коэффициент загрузки бригады уменьшается с ростом размера партии и не зависит от емкости тары. Коэффициенты загрузки каждого робота и оператора с увеличением размера партий не зависят от емкости тары и возрастают, достигая 64% и 77% соответственно. Для уменьшения загрузки работников можно использовать нескольких операторов. Из анализа зависимостей производительности линии от номенклатуры изделий при штамповке простых, средних и сложных деталей 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. 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%.

Во всех режимах наибольшей производительности соответствуют размеры партий деталей, превышающих 20000 единиц, при этом номенклатура изделий не превышает 10.

Исследованы также 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 размера тары равного 200 и от 32...34% до 36...38% для размера тары, равного 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.

На основе полученных результатов даны рекомендации по эффективному использованию 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. БГУИР. 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. Спб., 2004.368 с.