|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Математическая модель  процессов гомогенизации и резки**   |  |  | | --- | --- | | **Разработано:** | **Институт Автоматизации проектирования РАН** | | **Версия документа:** | **0.1** | | **Дата создания:** | **08.01.2014** | | |
| **Москва – 2013** | |

**Контроль изменений документа**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Имя изменившего** | **Дата изменения** | **Версия** | **Описание изменения** |
| Нелюбин А.П. | 08.01.2014 | 0.1 | Первоначальная версия документа. |

**оглавление**

1. Математическая модель процессов гомогенизации и резки 4

1.1. Общее описание модели 4

1.2. формальное описание модели 4

1.3. Алгоритм моделирования процессов 4

1. **Математическая модель процессов гомогенизации и резки**
   1. **Общее описание модели**

Цель моделирования процессов гомогенизации и резки – выявление рациональных схем загрузки линий Хертвич.

Основная задача модели: по заданной схеме загрузки определить число заготовок, которые приходится складывать на пол из-за перегрузки линии. Для решения этой задачи нам достаточно знать расположение заготовок на линии Хертвич (где, сколько, какие) только в моменты поступления новых партий заготовок. Процессы гомогенизации и резки моделируются после процессов литья, и мы уже знаем информацию о поступающих партиях заготовок.

**Принципиальное устройство линии Хертвич:**

1. **Первый (входной) буфер** с точки зрения моделирования является плоской платформой (без ячеек), на которой помещается определенное число заготовок в зависимости от их диаметра.
2. **Печь гомогенизации** содержит постоянно движущийся конвейер с 158 ячейками под заготовки. Скорость движения конвейера зависит от диаметра заготовок: чем толще, тем медленнее.
3. **Второй (промежуточный) буфер** состоит из нескольких отделов: выходной накопитель печи, камера охлаждения, входной накопитель пилы. Охлаждение не является узким местом процесса, поэтому второй буфер с точки зрения моделирования – такая же плоская платформа, на которой помещается определенное число заготовок в зависимости от диаметра.
4. **Резка** заготовок на слитки производится по одной. Число резов зависит от заказа (сколько слитков в заготовке). Скорость реза зависит от диаметра заготовки: чем толще, тем медленнее.

**Описание моделируемого процесса:**

Сразу после окончания литья считаем, что заготовки мгновенно поступают на первый или второй (если не нужна гомогенизация) буфер. Если часть заготовок не помещается в первый буфер, то они складываются на пол. Количество сложенных на пол заготовок суммируется для учета штрафа.

Каждое поступление заготовок вносится в компьютер. Компьютер знает, какие есть заготовки, сколько их, где (на какой стадии) они находятся. В соответствии с этой информацией компьютер контролирует загрузку заготовок в печь гомогенизации:

1. Толстые заготовки помещаются на конвейер через одну ячейку.
2. При переходе с тонких заготовок на толстые обеспечивается необходимый интервал в 14 ячеек.
3. При переходе с толстых заготовок на тонкие загрузка останавливается, пока не будут выгружены все толстые слитки из печи.
4. Компьютер наперёд просчитывает переполнение второго буфера и заранее останавливает загрузку заготовок в печь, чтобы этого переполнения не произошло. Дело в том, что заготовки нельзя передерживать в печи.

На ЛО №1 САЗ на два литейных агрегата имеется две линии Хертвич. Считаем, что заготовки с каждого из этих агрегатов можно отправлять на любую из этих линий. Кроме того, одну ходку можно поделить на 2 части и отправить на разные линии Хертвич. Это внутренняя задача оптимизации загрузки линий Хертвич, которую можно решать отдельно.

Заготовки забираются с пола по остаточному принципу. В первую очередь обрабатываются вновь поступающие заготовки, чтобы избежать лишних перекладываний. Когда забирать заготовки с пола – также можно решать путем внутренней оптимизации. Ясно, что толстые заготовки с пола не следует пускать между тонкими, и наоборот.

* 1. **ФОРМАЛЬНОЕ описание модели**

**Объект**: линия гомогенизации и резки *hc*

**Известные параметры** линии гомогенизации и резки:

- <list>*CU*(*hc*) – список литейных агрегатов (может быть 2 ЛА)

- <map>*Tload*(*hc*, *diameter*) – время загрузки заготовки в печь гомогенизации (сек)

- <map>*Tcell*(*hc*, *diameter*) – время перемещения ячейки конвейера на одну позицию (сек)

- <map>*Tcut*(*hc*, *diameter*) – время одного реза (сек)

- *nCells*(*hc*) – число ячеек на конвейере печи

- <map>*nBlanksB*1(*hc*, *diameter*) – номинальное число заготовок, помещающееся в первый буфер

- <map>*nBlanksB*2(*hc*, *diameter*) – номинальное число заготовок, помещающееся во второй буфер

- *R*(*hc*) – общее число ремонтов литейной машины в месяц

- <list>*TSr*(*hc*) и *TFr*(*hc*) – время начала и окончания ремонта *r* = 1, …, *R*(*hc*)

**Объект**: новая партия заготовок *cast*

**Известные параметры** новой партии:

- *Diameter*(*cast*) – диаметр заготовок (мм)

- *nBlanks*(*cast*) – количество заготовок в партии

- *nIngots*(*cast*) – количество слитков в одной заготовке

- *HC*(*cast*) – линия Хертвич, на которую поступает партия заготовок

- (*cast*) – время поступления новой партии на линию Хертвич (время окончания литья)

- *Homogenization*(*cast*) – нужна ли гомогенизация (если нет, то заготовки отправляются сразу во второй буфер)

* 1. **алгоритм моделирования процессов**

Рассмотрим следующую расчетную задачу. Пусть известно расположение заготовок на линии Хертвич в момент поступления новой партии заготовок. Требуется вычислить расположение заготовок на линии Хертвич к моменту поступления следующей партии заготовок.

Из-за принятого уровня детализации процессов необходимо моделировать движение каждой заготовки по линии Хертвич. В обоих буферах важно знать только последовательность расположения заготовок. Внутри печи гомогенизации, помимо этого, нужно знать, в каких ячейках находятся заготовки.

**Объект**: заготовка *blank*

**Известные параметры** заготовки:

- *Diameter*(*blank*) – диаметр заготовки (мм)

- *nIngots*(*blank*) – количество слитков в заготовке

- *HC*(*blank*) – линия Хертвич, на которую поступает заготовка

- *Next*(*blank*) – указатель на следующую заготовку на линии Хертвич

**Временные параметры** (начальные, текущие, конечные) заготовки:

- *Place*(*blank*) – местонахождение. Значения: B1, HOM, B2, CUT.

- *Cell*(*blank*) – номер ячейки на конвейере печи, от 1 до 158.

Сложность представляет моделирование переполнения второго буфера. Так как процесс моделируется последовательно, мы не знаем заранее, когда переполнится второй буфер, и когда останавливать загрузку заготовок в печь. Предлагается следующее решение:

1. Последовательно моделируем процесс движения заготовок по линии Хертвич.
2. Если при выходе заготовки *blank* из печи выясняется, что второй буфер переполнен, то останавливаем загрузку заготовок в печь и движение конвейера печи. При этом процесс резки продолжается, и второй буфер постепенно разгружается.
3. Если второй буфер разгрузился до окончания расчета (до момента поступления следующей партии заготовок), то просто возобновляем загрузку заготовок в печь и движение конвейера печи.
4. Если же раньше наступает момент окончания расчета, то нужно посчитать, сколько заготовок нужно «выпихнуть» из печи обратно в первый буфер. Потому что фактически эти заготовки должны были ожидать там, а не внутри печи. От этого количества заготовок зависит проверка переполнения первого буфера при поступлении новой партии заготовок.

На практике, время простоя не превышает времени резки 1-2 заготовок. Тогда пункт 4 будет редко выполняться, а количество вернувшихся в первый буфер заготовок будет от силы 5.