

## План по тестированию расчетной части системы

По входным данным проверяется формат, корректность, хватает ли их для расчетов. Результаты расчетов проверяются визуально, выборочно, а также по факту рассогласования. По расписанию литейщиков выявляются нарушения ограничений, не соответствие расчетам.

Ниже перечислены детализированные шаги разработки расчетной части системы. Для каждого шага указывается, какие данные и расчеты тестируются.

### Создание объектов ходок

Входные данные – последовательность ходок (в расписании, составленном литейщиками). Проверяется формат и корректность входных данных:

- агрегаты должны быть из списка агрегатов на САЗ
- дата должна быть в формате, например, \*\*.05.2013
- смена должна быть 1, 2 или 3
- номера ходок в пределах одной смены одного дня на одном агрегате должны составлять целостный список, начиная от 1. В этом списке допускается повторение одного номера не более двух раз («кукушки»).
- номер заказа должен присутствовать в БД.

Расчетная часть – проверяется, правильно ли распознаются «кукушки»: 2 строчки (соседние – возможно, не обязательно) во входных данных, имеющие одинаковые первые 4 поля, должны объединяться в один объект ходки.

### Расчет параметров ходок и заказов

Входные данные – объекты ходок, данные заказов в БД.

Проверяется расчет первичных вычисляемых параметров ходок:

- длина заготовки  $LengthBlank(cast)$  (для «кукушек» - максимум по двум заказам)
- объем ходки  $V(cast)$ , требуемый расход сырца ходки  $V_{cob}(cast)$
- объем обрезки  $V_{clipping}(cast)$

Вычисляется объем  $V(i)$  каждого заказа как суммарный объем ходок. Проверяется, попадает ли он в толеранс по объему данного заказа. Нужно еще учесть СГП и НЗП – нужна информация о том, сколько слитков оттуда берут, согласно плану, литейщики.

Вычисляются составляющие целевой функции, которые уже можно посчитать.

Вычисляется количество частей  $M(i)$  каждого заказа – подряд идущие ходки одного данного заказа на одном агрегате. На каких агрегатах выполняются эти части. Эта информация может быть полезна при разработке алгоритма оптимизации.

### Проверка транспортных норм погрузки

Входные данные – объекты заказов, данные по заказам и транспорту в БД.

Проверяется кратность вычисленных объемов заказов грузоподъемности вагонов/контейнеров.

Вычисляются затраты на транспортировку заказов  $TransportCost(i, plant)$  (модель транспортировки)

### Проверка технологических ограничений

Входные данные – объекты ходок и заказов, данные НСИ и заказов в БД.

Проверяется возможность выполнения заказов на указанных в расписании агрегатах. Нужно пройти по цепочкам:

Заказ  $\rightarrow$  Продукт  $\rightarrow$  Форма  $\in \{ \text{Агрегат} \rightarrow \text{Список ЛМ} \rightarrow \text{Список оснасток} \rightarrow \text{Форма} \}$

Заказ  $\rightarrow$  Продукт  $\rightarrow$  Сечение  $\in \{ \text{Агрегат} \rightarrow \text{Список ЛМ} \rightarrow \text{Список оснасток} \rightarrow \text{Сечение} \}$

Также нужно рассчитать (модель объектов производства) и проверить ограничения:

- по длине заготовки в ходке:  $LengthBlank(cast) \leq LengthBlankMax(cast)$
- по объему ходки:  $V_{cob}(cast) \leq V_{mixer}(Collect(cast)) - V_{rest}(Collect(cast))$
- по количеству используемых кристаллизаторов:  $nBlanks(cast) \in nBlanks(k)$

По последним трем ограничениям вычисляется структура (количество заготовок и слитков) «полной» ходки для каждого заказа (модель процесса литья). Сравнивается с тем, какие ходки предлагают технологии.

### Расчет процесса литья

Входные данные – последовательность ходок, данные НСИ и заказов в БД.

Последовательность ходок предварительно обрабатывается для каждого агрегата, встраиваются промывки (см. Алгоритмы процессов литья на САЗ). Для каждого копильника и каждой ЛМ выстраивается своя последовательность выполнения ходок (кроме агрегата М2/17 в режиме II).

Производится расчет времени обработки последовательностей ходок на каждом агрегате (см. Алгоритмы процессов литья на САЗ):

- Для ПНГ 1 и 2 расчет можно произвести отдельно, так как они не пересекаются по фильтрам и оснасткам.

- Для ПНГ 3 и 4 расчет производить только параллельно, так как они синхронизируются по линиям Хертвич (см. Математическая модель процессов литья, гомогенизации и резки на агрегатах 3 и 4 САЗ), а также пересекаются по оснасткам: на ПНГ 3 все 5 диаметров, на ПНГ 4 только 3 тонких диаметра.

- Для М1, М2/17, М3 расчет можно произвести отдельно. Для М2/17 в двух режимах свои особенности.

Полученное время расписывается подробно для каждой ходки: начало подготовки копильника, начало литья, конец литья. Для СЦ время окончания резки.

Это время переводится в смены и сравнивается с расписанием литейщиков. Выявляются рассогласования.

Рассчитываются штрафы за нарушение сроков  $Delay_{penalty}(i, x)$ .

По каждому агрегату скорее всего понадобится вывод, когда происходили промывки, замены фильтров, периодические операции, ожидания оснасток. Когда эти события накладывались друг на друга.

Рассчитываются затраты на промывку:  $ChangeCost(x)$  и  $FilterChangeCost(x)$ .

Вычисляется вся целевая функция расписания.

### **Проверка ограничения по сырцу**

Входные данные – последовательность ходок, данные НСИ и заказов в БД, план на выливку сырца из электролизеров.

Проверяется посменно ограничение сверху по наличию необходимого сырца для всех ходок в данную смену. Проверять сначала можно посменное расписание литейщиков, потом наше посменное расписание.

Смены, в которые сырца не хватает, нужно выделить.

Для остальных смен выборочно можно посмотреть допустимое распределение электролизеров, доказывающее факт наличия необходимого сырца.