ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ Учреждение

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Смоленский филиал

Гадиева Офелия Гусейновна

Номинация конкурса: **Исследование в области гуманитарных наук**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ОГРАНОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Технологический процесс производства брилли­антов из алмазного сырья включает следующие опе­рации:

1. разметка;
2. распиливание;
3. подшлифовка;
4. обдирка;
5. огранка.

Основное назначение операции **разметка** – опти­мизация использования дорогостоящего алмазного сырья. Разметчик, анализируя физические свойства кристалла (масса, форма, наличие дефектов в виде вкраплений графита, трещин и т.п.), «вписывает» в него будущий бриллиант или бриллианты. При этом прогнозируются такие параметры бриллианта как форма огранки, масса, цвет, чистота, а, следовательно, и его стоимость. В процессе работы рассматривает­ся несколько вариантов, из которых выбирается тот, который обеспечивает наибольшую стоимость брил­лиантов. Выбор оптимального варианта определяет направление дальнейшей обработки кристалла: рас­пиливание, подшлифовка, обдирка или огранка.

В настоящее время на ограночных производствах при разметке алмазов используют современные ком­пьютерные и лазерные технологии. Компьютерные системы, сканируя теневые проекции вращающегося вокруг вертикальной оси алмаза при освещении его обычной лампой или лазерным лучом, стоят про­граммную трехмерную модель кристалла. Затем си­стема производит анализ алмаза и вписывает в него один или несколько бриллиантов. Программное обе­спечение таких систем позволяет разметчику вме­шаться в процесс разметки и задать свои параметры будущего бриллианта. Как правило, разметчик рас­сматривает несколько вариантов и выбирает наилуч­ший с наибольшей стоимостью. После чего вручную рапидографом или, как в установках последних поко­лений, лазерным лучом на алмаз наносятся линии раз­метки, образующие плоскость распиливания. Одной из наиболее распространенных систем компьютерной

разметки является установка израильской фирмы Sa­rin. На рисунке 1 представлено изображении с экрана монитора, на котором можно видеть контур исходного алмаза и вписанные в него два прогнозируемых брил­лианта [1].

В процессе **распиливания** или раскалывания кри­сталл алмаза разделяется на части в соответствии с линиями разметки, нанесенными на предыдущей операции. При этом нередко удаляются природные дефекты алмаза, что повышает стоимость будущих бриллиантов. сейчас на ограночных производствах используется как традиционное механическое рас­пиливание, так распиливание лазерным лучом, ко­торое весьма эффективно сложного, внутреннее на­пряженного сырья. От того, как будут выполнены эти операции, во многом зависят дальнейшая работа с полученными полуфабрикатами и конечный выход бриллиантов.

**Обдирка** алмазов считается одной из самых от­ветственных операций во всем технологическом ци­кле изготовления бриллиантов, от которой во многом зависит качество бриллианта. Во время обдирки (об­точки) формируется форма будущего бриллианта в плане (круглый, квадратный, прямоугольный, сердце и т.д.). Обдирка может проводиться в один этап или в несколько, когда она подразделяется на черновую и чистовую.

**Подшлифовка** (предварительная огранка) — это вспомогательная операция, которая выполняется пе­ред обдиркой для нанесения на кристалл нескольких граней или перед огранкой для снятия лишней массы кристалла. Данная операция используется также при обработке кристаллов неправильной формы и облом­ков кристаллов, когда их нельзя или нецелесообразно распиливать.

**Огранка** алмаза— это нанесение граней — фаце­тов под определенным углом относительно друг дру­га благодаря чему весь световой поток, попавший на бриллиант, благодаря внутреннему преломлению вы­ходит наружу, обеспечивая неповторимую игру света. Каждый фацет требует соблюдения точных размеров, формы и угла.

Выполнение вышеперечисленных операций, кро­ме разметки, характеризуется уменьшением массы исходной заготовки. Особенностью технологии про­изводства бриллиантов является отсутствие жесткой детерминированности в последовательности выпол­нения операций. Теоретически обработка может на­чинаться с финишной операции огранка. На каждом этапе обработки выполняемая операция определяется характеристиками алмазного сырья и результатом вы­полнения предыдущей операции. Инженер-технолог или сортировщик анализируют результаты обработ­ки на предыдущей операции и принимают решение о том, на какую операцию полуфабрикат направляется далее (рис. 2).

При таких условиях традиционными методами решить проблему сбалансированности структурного подразделения удается со значительной погрешно­стью потому, что они не учитывают разброс времени

**

*Рис.1. Изображение с экрана монитора компьютерной системы разметки фирмы Sarin*

Разметка

Распиливание

Сортировка

Обдирка

Сортировка

Подшлифовка

Сортировка

Огранка

*Рис.2. Возможные варианты движения полуфабрикатов при обработке*

обработки, вызваемый случайными факторами. По­этому для решения проблемы сбалансированности производства предлагается использовать имитацион­ное моделирование (ИМ).

В терминах ИМ станки, обрабатывающие дета­ли, называются обслуживающими аппаратами (ОА). Каждый ОА характеризуется состоянием (занят об­работкой или свободен). Полуфабрикаты, подвергаю­щиеся обработке, называют транзактами. Возможные состояния транзакта: обслуживается или ожидает обслуживания. Транзакты, ожидающие обслужива­ния, накапливаются в очереди. Состояние очереди характеризуется количеством находящихся в ней транзактов. ИМ представляет собой программно ре­ализованный алгоритм поведения реальной системы, т.е. изменение состояния системы во времени при за­данном потоке транзактов, поступающих на входы си­стемы. Под состоянием системы понимают состояние составляющих ее элементов: ОА и очередей. Измене­ние состояния одного из них приводит к изменению состояния системы.

Параметры входных потоков транзактов - внеш­ние параметры. Выходными параметрами являются величины, характеризующие свойства системы - ка­чество ее функционирования. Примеры выходных параметров:

1. производительность - среднее число транзактов, обслуживаемых в единицу времени;
2. коэффициенты загрузки оборудования - отноше­ние времен обслуживания к общему времени в каждом ОА;
3. среднее время обслуживания одного транзакта.

Основное свойство ОА, учитываемое в модели, - это затраты времени на обслуживание, поэтому вну­тренними параметрами в модели являются величины, характеризующие это свойство ОА. Обычно время об­служивания рассматривается как случайная величина и в качестве внутренних параметров фигурируют па­раметры законов распределения этой величины.

Имитационное моделирование позволяет исследо­вать системы при различных типах входных потоков и интенсивностях поступления заявок на входы, при вариациях параметров ОА, при различных дисципли­нах обслуживания заявок. Дисциплина обслуживания - правило, по которому транзакты поступают из оче­редей на обслуживание. Как правило, используется простейшие дисциплины обслуживания:

1. первым пришел – первым ушел;
2. первым пришел – последним ушел.

Иногда обслуживание транзактов из очереди осу­ществляется в соответствии с некоторым «статусом трназакта». Величина, характеризующее право на первоочередное обслуживание, называется приорите­том. В моделях транзакты, приходящие на вход заня­того ОА, образуют очереди, отдельные для транзактов каждого приоритета. При освобождении ОА на обслу­живание принимается транзакт из непустой очереди с наиболее высоким приоритетом.

Учитывая особенность алмазного производ­ства, в модель кроме ОА, моделирующих операции разметки, распиливания, обдирки, подшлифовки и огранки, были добавлены ОА, моделирующие рабо­ту инженеров-технологов и сортировщиков, которые контролируют качество выполнения операций рабо­чими-станочниками и направляют полуфабрикаты на следующую операцию.

Словесный алгоритм модели представлен ниже.

1. Настроить параметры модели (количество па­раллельных каналов на каждой операции, параме­тры закона распределения потока заявок, параметры законов распределения времен обработки на каждой операции,

2. Генерировать поток транзакций.

3. Разметка.

3.1. Занести транзакт в очередь на разметку.

3.2. Занять свободный канал на время в соответ­ствии с установленным законом распределения.

3.3. Удалить транзакт из очереди на разметку.

3.4. Освободить канал.

3.5. Передача транзакта на следующую опера­цию в соответствии с заданными вероятностями.

4. Распиливание

4.1. Занести транзакт в очередь на распиливание.

4.2. Занять свободный канал на время в соответ­ствии с установленным законом распределения.

4.3. Удалить транзакт из очереди на распиливание.

4.4. Освободить канал.

4.5. Передача транзакта на операцию сортировка.

5. Сортировка.

5.1. Занести транзакт в очередь на сортировку.

5.2. Занять свободный канал на время в соответ­ствии с установленным законом распределения.

5.3. Удалить транзакт из очереди на сортировку.

5.4. Освободить канал.

5.5. Передача транзакта на следующую опера­цию в соответствии с заданными вероятностями.

6. Обдирка

6.1. Занести транзакт в очередь на обдирку.

6.2. Занять свободный канал на время в соответ­ствии с установленным законом распределения.

6.3. Удалить транзакт из очереди на обдирку.

6.4. Освободить канал.

6.5. Передача транзакта на операцию сортировка.

7. Подшлифовка

7.1. Занести транзакт в очередь на подшлифовку.

7.2. Занять свободный канал на время в соответ­ствии с установленным законом распределения.

7.3. Удалить транзакт из очереди на подшлифовку.

7.4. Освободить канал.

7.5. Передача транзакта на операцию сортировка.

8. Огранка

8.1. Занести транзакт в очередь на огранку.

8.2. Занять свободный канал на время в соответ­ствии с установленным законом распределения.

8.3. Удалить транзакт из очереди на огранку.

8.4. Освободить канал.

8.5. Удалить транзакт из модели.

Для определения внутренних параметров моде­ли использовались обработанные данные оператив­ного учета движения драгоценных камней и данные нормирования рабочего времени рабочих различных специальностей. Так данные оперативного учета ис­пользовались для оценки вероятности направления полуфабрикатов на ту или иную операцию. Случай­ная величина ВРЕМЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНЗАК­ТОВ различными ОА предполагалась распределенной по нормальному закону с параметрами, полученны­ми при обработке данных нормирования рабочего времени.

Разработанная на языке GPSS программная модель позволила смоделировать параметры загрузки станоч­ного оборудования для алмазного сырья различных характеристик и на основе анализа полученных дан­ных скорректировать структуру производства.

Публикация по теме работы

О.Г. Гадиева, П.И. Комаров Использование имитационного моделирования для проектирования структуры ограночного производства. Сборник научных трудов (выпуск восьмой) ФГБОУ ВПО Финансовый университет при правительстве Российской федерации (смоленский филиал). Смоленск 2012